Ueber

Capillaritätsbestimmungen von Salzlösungen und deren Gemischen.

Inaugural-Dissertation

welche mit Genehmigung

der

Philosophischen Fakultät der Kgl. Universität Breslau

zur Erlangung der Doktorwürde

Donnerstag, den 6. December 1883, Mittags 12 Uhr,

in der Kleinen Aula

öffentlich vertheidigen wird

Oskar Rother

gegen die Herren Opponenten

Paul Schuster, Dr. phil. — **Ludwig Lübeck**, Cand. math.

Löwenberg i. Schl.

Druck von Paul Müller.

Seinem

Hochverehrten Lehrer

Herrn

Professor Dr. O. E. MEYER

Direktor des physikalischen Instituts

in Hochachtung und Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Die mathematischen Theorieen der Capillarität, welche Laplace [1]), Gauss [2]) und Poisson [3]) unter Annahme der Existenz von Molekularkräften aufgestellt haben, führen zu zwei Grössen, welche von der Steighöhe, der Krümmung der Wandung [4]) und dem Radius der Röhre oder dem Abstand der parallelen Platten unabhängig, nur von der Beschaffenheit der festen Masse und Flüssigkeit oder der der Flüssigkeit allein abhängig sein sollen. Diese beiden Constanten sind der Winkel, unter welchem das letzte Flüssigkeitselement die Gefässwandung schneidet und die von Poisson mit a^2 bezeichnete Capillaritäts- oder Cohäsionsconstante, welche — multiplicirt mit dem halben spezifischen Gewicht der Flüssigkeit — das Maass für die Grösse der Oberflächenspannung α in der Flächeneinheit einer mit dem Radius 1 beschriebenen Kugel darstellt.

Indem die experimentelle Bestimmung dieser Grössen aus den verschiedenen capillaren Erscheinungen constante Werthe für dieselben ergiebt, muss sie zugleich als Prüfstein für die eingeführte Hypothese über die Molekularkräfte gelten, und hieraus erklärt sich die Bedeutung und Wichtigkeit der zahlreichen Versuche, welche von Gay-Lussac [5]) an in dieser Hinsicht durchgeführt worden sind. Alle diese Versuche haben denn auch die Bestätigung der geforderten Bedingungen und somit die der zu Grunde gelegten Hypothese ergeben.

---

[1]) Laplace: Théorie capillaire. Supplem. z. 10. Buch d. Mécanique céleste.

[2]) Gauss. Principia generalia theoriae figurae fluidorum in statu aequilibrii. Comment. societ. reg. Götlingen. T. VII.

[3]) Poisson: Nouvelle théorie de l'action capillaire. Paris 1831.

[4]) Volkmann: Ueber den Einfluss der Krümmung der Wand auf die Constanten der Capillarität bei benetzenden Flüssigkeiten. Inaug. Dissert. Leipzig. 1880.

[5]) Gay-Lussac. Versuche in Laplace: Théorie capillaire.

Insbesondere sind hier die mannigfachen Arbeiten Quinckes[1]) zu erwähnen, in denen die Capillaritätsconstanten für Flüssigkeiten wie für geschmolzene Körper bestimmt und der Radius der molekularen Wirkungssphäre auf ungefähr 50 Millionstheile eines Millimeters angegeben wurde. Bei allen diesen Versuchen ist jedoch eine constante Temperatur vorausgesetzt, während es schon früher Frankenheim[2]), Brunner[3]) und Wolf[4]) gelungen war, die Capillaritätsconstante mehrerer Flüssigkeiten, insbesondere die des Wassers, als Funktion der Temperatur darzustellen.

Ein neues Interesse bot die Untersuchung der Abhängigkeit jener constanten Grössen von der Beschaffenheit der Flüssigkeit selbst. In der Arbeit: „Ueber die Cohäsion von Salzlösungen" untersucht Quincke die Veränderung der Oberflächenspannung α mit zunehmender Concentration der Salzlösung. Hierbei zeigt sich jedoch nur für schwächere Lösungen bei einer Vermehrung des Salzgehalts ein Wachsen von α, während für Lösungen stärkerer Concentration jene Grössen dieselben Werthe behalten. Im Gegensatz hierzu hat Buliginsky[5]), wenigstens für Kalisalpeter eine lineare Aenderung der Capillaritätsconstanten mit der Zunahme des spezifischen Gewichts der Lösung beobachtet, und ebenso findet Rodenbeck[6]) für Flüssigkeitsgemische, bei denen bei der Mischung keine Volumencontraktion eintritt, eine Zu- resp. Abnahme der Capillaritätsconstanten, proportional der Zunahme des spezifischen Gewichts der Mischung.

Um nun eine Entscheidung herbeizuführen, in wie weit sich die Capillaritätsconstante einer Salzlösung als Funktion des spezifischen Gewichts ausdrücken lässt, habe ich im ersten Theil der vorliegenden Arbeit einige der von Quincke bereits

[1]) Quincke. Poggendorfs Annalen. Bd. 105, 134, 135, 137, 138, 139, 160.

[2]) Frankenheim. Journal für prakt. Chemie. Bd. 23. Poggend. Annal. Bd. 72.

[3]) Brunner. Poggend. Annal. Bd. 70.

[4]) Wolf. Poggend. Annal. Bd. 101, 102.

[5]) Buliginsky. Poggend. Annal. 134.

[6]) Rodenbeck. Ueber Capillaritätsbestimmungen von Flüssigkeitsgemischen. Inaug. Dissert. Bonn 1879.

untersuchten Salzlösungen von neuem zu je einer Reihe von Beobachtungen verwandt, welche in möglichst gleichmässigen Concentrationsintervallen von der schwächeren zur stärkeren Lösung fortschreitet. Es ergeben sich hieraus allgemeine Formeln, welche die Capillaritätsconstante auch für concentrirte Lösungen als Funktion des Salzgehaltes darstellen. Im zweiten Theil der Arbeit verband ich die einzelnen Lösungen zu Gemischen und bestimmte die Art der Zusammensetzung der Capillaritätsconstanten des Gemisches, aus denen der einzelnen Lösungen.

Während ich noch mit diesen Untersuchungen beschäftigt war, erschien eine Arbeit von Volkmann[1]): „Ueber die Cohäsion von Salzlösungen," welche ebenfalls die Abhängigkeit der Capillaritätsconstanten von Salzlösungen von der Concentration derselben prüfte. Die hierin veröffentlichten Resultate bestätigten manche schon vorher von mir gefundene Thatsachen. Im Verlauf der Untersuchung werde ich noch mehrfach auf die citirte Arbeit zurückkommen.

Bei allen bisher veröffentlichten Bestimmungen von Capillaritätsconstanten sind entweder parallel aufgehängte Plattenpaare oder cylindrische Haarröhrchen von kreisförmigem Querschnitt zur Anwendung gekommen. Da jedoch einige Physiker den Beobachtungen mit Platten keine allzu grosse Genauigkeit zuschreiben und eine genügende Reinigung derselben nur mit der grössten Schwierigkeit zu erlangen ist, andererseits der kreisförmige Querschnitt der Röhren unter dem Mikroscop fast immer schwach elliptisch erscheint, benutzte ich zur Vermeidung eines hieraus entspringenden Fehlers nur Röhren von elliptischem Querschnitt, welcher für die einzelnen Röhrenstücke ausserordentlich constant blieb. Gleichzeitig ergiebt sich hierbei noch der Vortheil, dass das Verhältniss des Umfanges zum Querschnitt grösser ist, wodurch die Messung der Steighöhen eine genauere wird.

[1]) Volkmann. Wiedemanns Annal. Bd. 17.

Um bei den Beobachtungen selbst zu sicheren Resultaten zu gelangen, musste auf die Vorbereitung der Röhren ein grosses Gewicht gelegt werden. Nach längerem Probiren fand ich folgende Methode als die beste:

Die Röhren, wie sie aus der Fabrik bezogen waren, wurden mehrere Stunden in verdünnte Salpetersäure gebracht, mit destillirtem Wasser ausgespült, darauf längere Zeit in verdünnter Schwefelsäure erhitzt, wieder gewässert, dann einen Tag lang in absoluten Alkohol gelegt, wieder gewässert und nun einen Tag mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt. Nach diesem Verfahren benetzte die Flüssigkeit die Röhrenwand vollkommen. Denn brachte man eine so gereinigte Röhre in die Lösung, so hob sich dieselbe ganz gleichmässig an der Wand empor fast genau bis zu demselben Punkte, den sie durch Aufsaugen beim Fallen in der Röhre erreichte, während in jedem andern Falle zwischen beiden Ruhelagen ein merklicher Unterschied blieb und die Flüssigkeit ganz ungleichmässig und sprungweise an der Wand sich hinschob. Es boten sich hierbei dieselben Erscheinungen, welche Frankenheim für unvollständig gereinigte Röhren ausführlich beschrieben hatte. War einmal eine vollkommene Benetzung für alle Stellen der Röhre erlangt, so erhielt sich dieselbe auch längere Zeit, und es genügte nach den einzelnen Versuchen die Röhren mehrere Stunden in erwärmten Alkohol zu bringen, mit Wasser zu reinigen und nun in der betreffenden Flüssigkeit bis zum nächsten Versuch zu lassen.

Dieses Reinigungsverfahren gewährt zugleich noch einen weiteren Vortheil. Bei vollkommen benetzenden Flüssigkeiten legt sich nämlich das letzte Flüssigkeitselement unmittelbar an die Wandung an, daher ist hier der constante Randwinkel gleich 0^0.

In den vollkommen benetzten Röhren steigt somit die Flüssigkeit nicht unmittelbar an der festen Wand empor, sondern an einer die Wand umhüllenden Flüssigkeitsschicht, deren Stärke Volkmann für Wasser auf 0,004 ^{mm} berechnet hat. Hierbei ist nur die geringe Reibung der Flüssigkeit an ihrer eigenen Schicht zu überwinden, und dieser Einfluss lässt sich dadurch eliminiren, dass man die Ruhelage der tiefsten Stelle

des Meniscus durch Fallen und Steigen der Flüssigkeit in der Röhre beobachtet. Dieses Verfahren ist besonders bei den zäheren concentrirten Lösungen angewandt und das Mittel aus den gefundenen Ruhelagen in die Rechnung eingeführt worden.

Aus den vorhandenen Capillaren mit elliptischem Querschnitt wählte ich solche Stücke, für welche die Messung der Länge eines eingeführten Quecksilberfadens möglichst übereinstimmende Werthe ergab. Die Hauptachsen der elliptischen Querschnitte wurden unter einem Mikroscop mit Fadenkreuz gemessen, dessen Objektträger vermittelst einer Mikrometerschraube verschoben werden konnte. Die in 100 Theile getheilte Trommel der Schraube gestattete noch Ablesungen von 0,1 Trommeltheilen, wobei 360 Trommeltheile 1^{mm} entsprechen.

Um geeignete Objekte zu erlangen, sprengte ich von jedem Ende der Röhre zwei kleine Stücke ab. Der Sprung war in den meisten Fällen ein ebener, so dass die Stücke sofort zur Untersuchung mit dem Mikroscop benutzt werden konnten und die Messungen derselben zu viel besseren Resultaten führten, als es beim Abschleifen dieser Stücke auf Schmirgel möglich war, da hierbei stets kleine Theile aus der Oeffnung des Querschnitts sprangen. Für die Achsen jeder Durchschnittsellipse wurden mehrere Messungen ausgeführt und die Mittelwerthe derselben für je zwei zusammengehörige Stücke derselben Röhre wieder combinirt und als Werthe der Durchmesser der Röhre selbst in Rechnung gebracht.

In der folgenden Tabelle stelle ich nun die Werthe der Halbachsen in Millimetern zusammen:

	ξ	η		ξ	η
I.	0,44247	0,15959	IV.	0,30863	0,08808
II.	0,29220	0,08541	V.	0,29671	0,09972
III.	0,27960	0,07157	VI.	0,50125	0,19151

Um nun für das Gewicht der gehobenen Flüssigkeitssäule einen mathematischen Ausdruck zu erlangen, kann man für diese Röhren die gleichen Betrachtungen anwenden, wie

für Röhren mit kreisförmigem Querschnitt, obwohl eine Integration der hierbei sich ergebenden Differentialgleichungen nicht möglich ist.

Da wir es mit benetzenden Flüssigkeiten zu thun haben, so wird der Meniscus eine nach Aussen concave Oberfläche bieten. Wir können diese angenähert als ein dreiachsiges Ellipsoid ansehen, dessen Mittelpunkt bei vertikaler Stellung der Röhre in der Achse derselben um den Halbmesser ζ vom tiefsten Punkt entfernt liegt.

Zur Berechnung dieser gehobenen Flüssigkeitssäule zerlegen wir dieselbe durch eine Tangentialebene im tiefsten Punkt des Meniskus, welche der Ebene der Flüssigkeit im umgebenden Gefäss parallel ist, in die zwischen Meniscus und Tangentialebene und die zwischen den parallelen Ebenen befindliche Masse. Die letztere erfüllt einen graden Cylinder mit elliptischem Querschnitt und einer Höhe h, welche durch den Abstand der Tangentialebene von der äusseren Flüssigkeitsebene angegeben wird, die erstere einen eben solchen Cylinder, dessen Höhe gleich ist der dritten Halbachse ζ jenes Ellipsoids, welches den Meniscus begrenzt, vermindert um die Hälfte jenes Ellipsoids selbst. Nach den früheren Bezeichnungen ergiebt sich als Gewicht der gehobenen Flüssigkeitsmasse:

$$G = \pi \sigma g \xi \eta (h + {}^1/_3 \zeta)$$

Die Oberflächenspannung will ich noch durch eine ihr äquivalente Kraft ersetzen. Wie früher schon erwähnt wurde, hält auch die Molekularanziehung des dünnen, die Röhre bekleidenden Flüssigkeitshäutchen dem Gewicht der gehobenen Flüssigkeitssäule das Gleichgewicht. Diese Kraft rührt nun, wie Laplace gezeigt hat, nur von der Molekularanziehung der Flüssigkeitstheilchen im Umfang des Meniscus her. Bezeichnen wir mit S die Wirkung der Längeneinheit und mit u den Umfang der Röhrenöffnung, so muss sein:

$$F u = \pi \sigma g \xi \eta (h + {}^1/_3 \zeta)$$

Der Umfang des elliptischen Querschnitts stellt sich dar als ein elliptisches Integral 2. Gattung:

$$u = 4\,\xi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \Delta\varphi \; d\varphi = 2 \,.\, 2\,\pi\,\xi\,\nu$$

wobei $\nu = \dfrac{2E}{\pi}$ gesetzt ist.

Dies eingeführt ergiebt:

$$2F/\sigma g = \mu\,(h + {}^1/_3\,\zeta)\,/\,\nu$$

Um F durch die in der Capillaritätstheorie gebräuchlichen Grössen auszudrücken, führe ich nach Gauss als Maass der Cohäsion die Grösse α ein, worin α das von 1^{mm} freier Flüssigkeitsoberfläche getragene Flüssigkeitsgewicht bedeutet, sonach ist

$$F = \alpha\, g \quad \text{und} \quad 2\,\alpha\,/\,\sigma = \eta\,(h + {}^1/_3\,\zeta)\,/\,\nu$$

Für $2\alpha/\sigma$ setzt Poisson die schon definirte Constante a^2 und daher ist auch:

$$a^2 = \eta\,(h + {}^1/_3\,\zeta)\,/\,\nu \qquad \text{also:}$$
$$h = \nu\,/\,\eta\,a^2 - {}^1/_3\,\zeta$$

Vergleicht man die Steighöhen in elliptischen Röhren mit denen in kreisförmigen Röhren gleichen Querschnitts, so findet man bei Annahme eines halbkugelförmigen Meniscus in letzteren als Steighöhe:

$$h^1 = {}^1/r\; a^2 - {}^1/_3\, r$$

worin $r = \sqrt{\xi\,\eta}$ gesetzt ist, also, da die Terme $^1/_3\,\zeta$ u. $^1/_3\,r$ gegen die ersten sehr klein sind:

$$h/h^1 = \nu/\eta : {}^1/r$$

Bezeichnet man mit e die Excentricität der Schnittellipse so ist in erster Näherung

$$\nu = 1 - {}^1/_4\, e^2 = (3 + \mu^2)\,/\,4$$

wo $\mu = \eta\,/\,\xi$ ist, daher:

$$h/h^1 = (3 + \mu^2)\,/\,4\,\sqrt{\mu} = (3\,\xi^2 + \eta^2)\,/\,4\,\sqrt{\xi^3\,\eta}$$

Da nun bei elliptischen Capillaren der Nenner stets kleiner als der Zähler ist, so folgt:

Die Flüssigkeit steigt in elliptischen Röhren stets höher als in kreisförmigen Röhren gleichen Querschnitts.

Da nun die Röhren mit kreisförmigem Querschnitt unter dem Mikroscop stets schwach elliptisch erscheinen, so erklärt sich hieraus, der etwas grössere Werth der Capillaritätsconstanten, welchen einige Physiker mit Röhren von kreisförmi-

gem Querschnitt gegenüber dem meinigen für dieselben Flüssigkeiten gefunden haben.

Zur numerischen Berechnung von ν bediente ich mich der von Legendre[1]) angegebenen Tabellen für E. Setzt man $e = \sin \Theta$, so ergeben sich folgende Werthe:

Röhre.	e^2	Θ	E	ν
I.	0,86988	68° 51′	1,12860	0,71848
II.	0,91456	73°	1,09265	0,69560
III.	0,93446	75° 10′	1,07511	0,68445
IV.	0,91858	73° 25′	1,08922	0,69343
V.	0,88704	70° 22′	1,11518	0,70993
VI.	0,85402	67° 37′	1,14049	0,72607

Zu den einzelnen Versuchen sind 3 bis 4 der Röhren benutzt worden. Da im Laufe der Beobachtungen die Röhren II., IV. und VI. dauernd unbrauchbar wurden, mussten statt ihrer die Röhren II. und V. eingefügt werden.

Wie die abgeleiteten Formeln erkennen lassen, kommt es bei der Bestimmung der Capillaritätsconstanten a^2 auf eine genaue Ablesung der Steighöhe h an.

Zu diesem Zwecke benutzte ich ein Kathetometer, an dessem verschiebbaren Theile in einer Messinghülle horizontal ein Mikroscop ruhte, welchem gegenüber auf der andern Seite eine graduirte Libelle angebracht war. Am Nonius liessen sich direkt $0{,}05^{mm}$ ablesen. Vor jeder Versuchsreihe wurde das Kathetometer mit der Libelle eingestellt.

Dicht hinter dem Kathetometer stand auf einem mit drei Fussschrauben versehenen Brettchen ein kleiner Tisch, dessen Platte durch ein Schraubengewinde gehoben oder gesenkt werden konnte. Diese Platte wurde ebenfalls mit einer Libelle horizontal gestellt. Dieselbe trug einen kleinen Glastrog, welcher mit der zu untersuchenden Flüssigkeit so weit gefüllt war, dass dieselbe über die Ränder des Gefässes ein wenig überragte, doch musste während der Beobachtung ein Ueberfliessen derselben sorgsam verhindert werden. In den Trog tauchte nun die betreffende Capillar-

[1]) Legendre. Traité des fonctions elliptiques. T. II. Tab. IX.

röhre, welche in einer Klemmschraube an einem Stativ hing. Durch Visiren nach einem hinter ihr befindlichen frei schwebenden Loth konnte sie in verticale Stellung gebracht werden. Zur Controle dieser Stellung liess sich auch das Kathetometer verwenden. Waren nämlich Röhre und Kathetometer vertical aufgestellt, so musste man bei Einstellung des Fadenkreuzes auf die tiefste Stelle des Meniscus, welche jetzt in der Mitte der Röhre liegt, durch Herablassen des Mikroscops bis zu dem Punkt, wo die äussere Flüssigkeit die Röhre schneidet, genau wieder die Mitte der Röhre treffen. Um grössere Helligkeit beim Einstellen des Mikroscops zu erzielen, befand sich hinter der Röhre ein weisser Schirm. Hierdurch ergab sich zugleich eine gute Beleuchtung der äusseren Flüssigkeit, deren Niveau bei geeigneter Stellung des Troges im Mikroscop als ein heller weisser Streifen erschien, der sich scharf von der dunkeln Luft abhob und so eine genaue Einstellung auf das äussere Niveau erlaubte.

Um den in die Röhrenachse fallenden dritten Halbmesser des Begrenzungsellipsoids zu bestimmen, wurde die Röhre stets so in die Klemmschraube gespannt, dass die grosse Achse der Durchschnittsellipse dem horizontalen Faden im Mikroscop parallel lief. Indem man denselben auf den tiefsten Punkt des Meniscus einstellte, bildete er die der grossen Achse parallel verlaufende Tangente an das Ellipsoid und fixirte den unteren Grenzpunkt. Den oberen Grenzpunkt erhielt man auf folgende Weise. In der Biegung des Meniscus zeigte sich ein heller Lichtreflex, welcher in der Nähe der tiefsten Stelle desselben beginnend, im Uebergang der Flüssigkeit in die verticale Wandung erlosch. Die Einstellung des Fadenkreuzes auf diesen Punkt ergab den gewünschten oberen Grenzpunkt. Da nun dieser Halbmesser im Verhältniss zur Steighöhe h nur klein ist und blos ein Drittel seines Werthes in Betracht kommt, so wird eine kleine Ungenauigkeit in dieser Ablesung keinen merklichen Einfluss auf das schliessliche Resultat ergeben. Die Bestimmungen dieser Grösse für destillirtes Wasser wie für die verschiedenen Salzlösungen liessen keinen merklichen Unterschied erkennen, so

dass man ζ für jede Röhre als constant ansehen darf. Aus einer Reihe von Messungen ergaben sich für die ζ folgende Werthe:

	ζ	ξ		ζ	ξ
I.	0,45^{mm}	0,44^{mm}	I.	0,30^{mm}	0,31^{mm}
II.	0,30	0,29	II.	0,30	0,30
III.	0,27	0,28	III	0,50	0,50

Aus dem Vergleich der für ξ und ζ neben einander geschriebenen Werthe ergiebt sich:

In elliptischen Röhren ist der Meniscus nahezu ein Rotationsellipsoid, dessen Rotationsachse der kleinere Durchmesser der Ellipse des Röhrenquerschnitts ist.

Um den Meniscus vor jeglicher Unreinigkeit zu schützen, wurde die Flüssigkeit vor jedem Versuch in der Röhre aufgesaugt und dann die Ruhelage beobachtet, welche nach 5 bis 10 Minuten eintrat. In den weiteren Röhren I und VI zeigte sich bei den weniger zähen Flüssigkeiten nach dem Fallen noch ein schwaches Steigen, so dass hiernach die Flüssigkeitssäule um die Gleichgewichtslage zu schwingen schien. Bei den concentrirten Lösungen wurde die Ruhelage als Mittel aus den beim Fallen und Aufsteigen erreichten Grenzlagen genommen. Um eventuelle Schwankungen in der Grösse des Querschnitts zu vermeiden, konnte man durch Heben und Senken der Tischplatte die Röhre beliebig weit in die äussere Flüssigkeit tauchen, ohne an der Aufstellung selbst irgend welche Verrückungen vornehmen zu müssen. Hierdurch bildete sich die gehobene Flüssigkeitssäule an verschiedenen Stellen der Röhre unter sonst gleichen Umständen und das Mittel aus den so beobachteten Steighöhen wird daher von derartigen Unregelmässigkeiten so viel als möglich frei sein.

Dieser ganze Beobachtungs-Apparat war auf einem in eine Grundmauer des Hauses eingelassenen Tische aufgestellt, wodurch zufällige Schwankungen des Fussbodens vermieden wurden. Die Beobachtung mit dem Mikroscop gestattete ferner die zu untersuchende Röhre dicht hinter demselben aufzustellen und dadurch Fehlerquellen, welche sich bei

grösseren Entfernungen durch Ablesung mittelst Fernrohrs in Folge der Abweichung der Röhre aus verticaler Lage ergeben, zu umgehen.

Von wesentlichem Einfluss auf die Capillaritätsconstante ist schliesslich noch die Temperatur, welche gemessen wurde mit einem in die äussere Flüssigkeit tauchenden Geisslerschen Thermometer, das 0,1° Celsius schätzen liess. Um grössere Schwankungen derselben zu vermeiden, wurde die Luft des Beobachtungszimmers möglichst constant auf 16° Celsius erhalten, was sich in den Herbst- und Wintermonaten durchführen liess. Die Temperatur der Flüssigkeiten war dabei durchschnittlich 15° und änderte sich während der Versuche höchstens um 0,5°. Zum Vergleich der gewonnenen Resultate unter einander wurden die Capillaritäts-Constanten noch auf eine mittlere Temperatur von 15° reducirt unter Benutzung der angenäherten Formel:

$$a^2_{15} = a^2 (1 \pm 0{,}029\,t)$$

welche sich aus den Beobachtungen Brunners und Frankenheims für Wasser ergiebt. Da sich auch bei den Salzlösungen die Temperatur-Unterschiede nur innerhalb weniger Grade bewegen und das Wasser als Lösungsmittel die Menge des aufgenommenen Salzes bei Weitem überwiegt, so sind auch die Capillaritätsconstanten der Salzlösungen nach dieser Formel reducirt worden.

Zur Kenntniss der wirklichen Cohäsion α wie des Salzgehalts der einzelnen Lösungen ist eine genaue Angabe der spezifischen Gewichte derselben erforderlich. Diese wurden nach der Archimedischen Methode mit einer Kugel bestimmt, welche an einem feinen Drath an einer empfindlichen Wage aufgehangen war. Bei Berechnung der wirklichen Cohäsion α sind diese spezifischen Gewichte auf Wasser von 4° C. als Einheit bezogen und hierbei die Reductionstabellen aus Kohlrausch: „Praktische Physic“ verwendet. Aus den Gerlachschen Tabellen,[1]) in welchen die spezifischen Gewichte auf Wasser von 15° C. als Einheit bezogen sind, konnte man den Gehalt an wasserfreiem Salze für die betreffenden Lösungen

[1]) Gerlach. Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie. 8.

bestimmen. In allen Fällen fand am Beginn und Schluss jedes Versuchs eine solche spezifische Gewichtsbestimmung statt. In Folge der Verdunstung des Wassers führte die letztere zu einem etwas grösseren Werthe, der Unterschied bleibt jedoch stets so gering, dass es genügte, das Mittel aus beiden Bestimmungen in Rechnung zu bringen.

Versuche mit Wasser.

Von der höchsten Wichtigkeit für die folgenden Untersuchungen ist eine genaue Bestimmung der Capillaritätsconstanten des destillirten Wassers. Denn diese lässt einerseits durch Vergleiche der gewonnenen Resultate mit denen anderer Beobachter einen Schluss auf die Brauchbarkeit des angewandten Apparates zu; andererseits bildet sie den natürlichen Ausgangspunkt für die Untersuchung der Abhängigkeit der Capillaritätsconstanten von der Concentration der Salzlösungen. Es wurden deshalb zu wiederholten Malen Versuche mit destillirtem Wasser angestellt, aus welchem durch langes Kochen die Luft ausgetrieben war. Allein hierbei trat, wie es auch Volkmann beobachtet hatte, keine definitive Steighöhe ein, sondern nach dem Aufsaugen ein continuirliches langsames Fallen, das sich aus der beständigen Mischung von Wasser und Luft erklären lässt, da ja der Apparat nicht gegen die umgebende Luft abgeschlossen war. Die folgenden Versuche beziehen sich daher auf destillirtes Wasser, welches durch längeres Stehen mit Luft vollständig gesättigt war. Hierbei traten nun auch in kurzer Zeit definitive Grenzlagen ein, die sich während einiger Minuten unverändert erhielten.

In den folgenden Tabellen sind die Mittelwerthe der beobachteten Steighöhen in mm angegeben und mit den daraus berechneten Capillaritätsconstanten zusammengestellt. Die den Steighöhen zugefügten Zahlen ergeben die Abweichungen des Mittelwerths von der höchsten beobachteten Steighöhe.

Röhre I.

15,35°	14,05°	17°	21,05°
66,03 + 0,02	66,21 + 0,04	65,85 + 0,00	65,25 + 0,00
a^2=14,700	a^2=14,740	a^2=14,660	a^2=14,527

$$a^2_{15} = 14{,}710$$

Röhre II.

14,45°	15,75°	Röhre III. 16,30°
119,97 + 0,03	119,65 + 0,05	140,20 + 0,00
a^2=14,743	a^2=14,704	a^2=14,671
a^2_{15} = 14,723		a^2_{15} = 14,709

Röhre IV.

22,2°	17°
114,05 + 0,00	115,35 + 0,05
a^2 = 14,500	a^2 = 14,666
a^2_{15} = 14,708	

Röhre V.

16°	22°	21°
104,47 + 0,03	103,23 + 0,03	103,35 + 0,05
a^2 = 14,689	a^2 = 14,501	a^2 = 14,532
a^2_{15} = 14,715		

Röhre VI.

19,45°	17,3°	18,05°
55,15 + 0,00	55,40 + 0,00	55,30 + 0,05
a^2 = 14,591	a^2 = 14,657	a^2 = 14,631
a^2_{15} = 14,719		

also ein Mittel aus allen Beobachtungen:

$$a^2_{15} = 14{,}714$$

Die aufgeführten Zahlen zeigen eine befriedigende Uebereinstimmung, die kleinen Abweichungen liegen innerhalb der Beobachtungsfehler. Nach der Zusammenstellung dieser Werthe mit denen, welche andere Beobachter gefunden haben:

Frankenheim:	a^2 = 14,84	bei 16,5°
Rodenbeck:	14,64	„ 17,5°
Volkmann:	14,53	„ 16°
Quincke	14,70	„ circa 15°

schliessen sich die meinigen am besten denen von Rodenbeck und Quincke angegebenen an; hingegen sind die Werthe der Capillaritätsconstanten für Wasser und die Salzlösungen, welche Volkmann in der citirten Arbeit veröffentlicht, durchgehends höher als die meinigen, und diese Abweichung erklärt sich wahrscheinlich aus der elliptischen Form seiner Röhren.

Versuche mit Salzlösungen.

Die bei den folgenden Versuchen zur Verwendung gebrachten Salze waren als chemisch rein aus der Apotheke des Hrn. Maschke in Breslau bezogen. Um zu prüfen, ob geringe Verunreinigungen derselben bereits einen merklichen Einfluss auf die Capillaritätsconstante ausüben würden, löste ich 0,25 gr. $Na_2 SO_4$ und 0,1 gr. $Na_2 SO_4$ in 100 gr. destillirten Wassers und beobachtete für diese Lösungen folgende Steighöhen:

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
16,4°	16,2°	16°
65,85 + 0,00	139,85 + 0,00	104,20 + 0,00
$a^2 = 14{,}660$	$a^2 = 14{,}635$	$a^2 = 14{,}651$
	$a^2{}_{15} = 14{,}684$	
16,4°	17,05°	16,6°
66,00 + 0,00	139,90 + 0,00	104,30 + 0,00
$a^2 = 14{,}693$	$a^2 = 14{,}641$	$a^2 = 14{,}665$
	$a^2{}_{15} = 14{,}716$	

Die geringen Abweichungen in den Werthen der Capillaritätsconstanten, welche aus den Steighöhen dieser Lösungen berechnet sind, gegenüber denen des reinen Wassers liegen noch innerhalb der Schwankungen, welche diese Capillaritätsconstanten des Wassers aufweisen. Im Einklang mit Volkmann lässt sich wohl behaupten:

Geringe Verunreinigungen der zu untersuchenden Lösungen können den Werth der Capillaritätsconstanten derselben nicht merklich verkleinern.

In Folge des obigen Resultats konnte daher eine Prüfung der betreffenden Salze rücksichtlich ihrer chemischen Reinheit unterlassen werden.

Ueber die in den folgenden Tabellen benutzte Bezeichnungsweise setze ich fest:

s bedeutet das spezifische Gewicht der Lösung bei der Temperatur t° bezogen auf Wasser derselben Temperatur als Einheit, σ das spezifische Gewicht der Lösung bei der Beobachtungstemperatur, bezogen auf Wasser von 4° als Einheit,

S die aus den Gerlach'schen Tabellen berechneten Gewichtstheile wasserfreien Salzes, welche in 100 Gewichtstheilen Wasser gelöst sind, und y die Anzahl von Salzäquivalenten, die mit 100 Aequivalenten Wasser in der Salzlösung verbunden waren.

I. Chlornatrium.

$14{,}65^0\,s = 1{,}0366$ $S = 5{,}323$ $y = 0{,}8188$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
$15{,}7^0$	$16{,}40^0$	$16{,}20^0$	16^0
$64{,}84 + 0{,}01$	$117{,}26 + 0{,}04$	$137{,}71 + 0{,}04$	$113{,}35 + 0{,}00$
$a^2 = 14{,}427$	$a^2 = 14{,}411$	$a^2 = 14{,}411$	$a^2 = 14{,}411$

$a^2{}_{15} = 14{,}446$

$13{,}65^0\,s = 1{,}0735$ $S = 11{,}127$ $y = 1{,}7119$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
$15{,}25^0$	$15{,}5^0$	$15{,}55^0$
$63{,}83 + 0{,}02$	$115{,}62 + 0{,}03$	$135{,}76 + 0{,}04$
$a^2 = 142{,}11$	$a^2 = 14{,}209$	$a^2 = 14{,}207$

$a^2{}_{15} = 14{,}222$

$13{,}60^0\,s = 1{,}1120$ $S = 17{,}575$ $y = 2{,}7038$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
$15{,}2^0$	$16{,}2^0$	15^0	15^0
$62{,}90 + 0{,}00$	$113{,}65 + 0{,}00$	$133{,}93 + 0{,}02$	$110{,}20 + 0{,}00$
$a^2 = 14{,}005$	$a^2 = 13{,}968$	$a^2 = 14{,}019$	$a^2 = 14{,}011$

$a^2{}_{15} = 14{,}012$

$13{,}20^0\,s = 1{,}1520$ $S = 25{,}017$ $y = 3{,}849$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
16^0	$15{,}8^0$	16^0	$15{,}9^0$
$61{,}96 + 0{,}04$	$112{,}30 + 0{,}05$	$131{,}70 + 0{,}00$	$108{,}90 + 0{,}05$
$a^2 = 13{,}796$	$a^2 = 13{,}802$	$a^2 = 13{,}783$	$a^2 = 13{,}801$

$a^2{}_{15} = 13{,}820$

15^0 s = 1,1954 S = 33,764 y = 5,1943

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
$15{,}55^0$	$15{,}95^0$	16^0
61,53 + 0,02	111,35 + 0,00	130,82 + 0,03
$a^2 = 13{,}700$	$a^2 = 13{,}685$	$a^2 = 13{,}690$

$a^2_{15} = 13{,}716$

II. Chlorkalium.

15^0 s = 1,01624 S = 2,5625 y = 0,30956

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
$13{,}4^0$	14^0	14^0	14^0
65,80 + 0,00	115,00 + 0,00	139,70 + 0,00	119,00 + 0,00
$a^2 = 14{,}649$	$a^2 = 14{,}621$	$a^2 = 14{,}621$	$a^2 = 14{,}624$

$a^2_{15} = 14{,}597$

15^0 s = 1,03223 S = 5,2171 y = 0,63024

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
$14{,}05^0$	$14{,}5^0$	$14{,}6^0$	14^0
65,10 + 0,00	117,82 + 0,03	138,22 + 0,03	114,10 + 0,00
$a^2 = 14{,}493$	$a^2 = 14{,}479$	$a^2 = 14{,}464$	$a^2 = 14{,}506$

$a^2_{15} = 14{,}466$

15^0 s = 1,04882 S = 8,05 y = 0,97248

Röhre I	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
$14{,}75^0$	$14{,}85^0$	$15{,}5^0$	$14{,}5^0$
64,45 + 0,00	116,80 + 0,00	136,95 + 0,00	113,00 + 0,00
$a^2 = 14{,}349$	$a^2 = 14{,}354$	$a^2 = 14{,}331$	$a^2 = 14{,}366$

$a^2_{15} = 14{,}348$

15^0 s = 1,06587 S = 11,124 y = 1,34378

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15^0	$14{,}3^0$	15^0	$14{,}3^0$
64,10 + 0,00	115,90 + 0,00	136,00 + 0,00	112,10 + 0,00
$a^2 = 14{,}271$	$a^2 = 14{,}244$	$a^2 = 14{,}232$	$a^2 = 14{,}252$

$a^2_{15} = 14{,}243$

15^0 $s = 1{,}09926$ $S = 17{,}426$ $y = 2{,}10519$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
$15{,}2^0$	$15{,}2^0$	$15{,}2^0$	15^0
$63{,}00+0{,}00$	$114{,}10+0{,}00$	$134{,}08+0{,}02$	$110{,}40+0{,}00$
$a^2 = 14{,}027$	$a^2 = 14{,}025$	$a^2 = 14{,}031$	$a^2 = 14{,}049$

$a^2_{15} = 14{,}032$

15^0 $s = 1{,}13600$ $S = 24{,}414$ $y = 2{,}94933$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15^0	15^0	15^0	$14{,}6^0$
$62{,}07+0{,}03$	$112{,}45+0{,}00$	$132{,}12+0{,}03$	$108{,}90+0{,}00$
$a^2 = 13{,}820$	$a^2 = 13{,}818$	$a^2 = 13{,}816$	$a^2 = 13{,}846$

$a^2_{15} = 13{,}822$

15^0 $s = 1{,}15854$ $S = 29{,}929$ $y = 3{,}61559$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
$14{,}6^0$	$14{,}7^0$	15^0	15^0
$61{,}80+0{,}00$	$111{,}60+0{,}00$	$131{,}41+0{,}04$	$108{,}05+0{,}00$
$a^2 = 13{,}760$	$a^2 = 13{,}753$	$a^2 = 13{,}752$	$a^2 = 13{,}738$

$a^2_{15} = 13{,}746$

III. Schwefelsaures Natrium.

15^0 $s = 1{,}02291$ $S = 2{,}581$ $y = 0{,}3272$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
$15{,}25^0$	$14{,}35^0$	$14{,}10^0$
$65{,}00+0{,}00$	$118{,}05+0{,}00$	$138{,}71+0{,}04$
$a^2 = 14{,}471$	$a^2 = 14{,}508$	$a^2 = 14{,}515$

$a^2_{15} = 14{,}485$

15^0 $s = 1{,}04564$ $S = 5{,}250$ $y = 0{,}6655$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
14^0	$14{,}5^0$	15^0
$64{,}18+0{,}02$	$116{,}15+0{,}00$	$136{,}30+0{,}00$
$a^2 = 14{,}289$	$a^2 = 14{,}275$	$a^2 = 14{,}263$

$a^2_{15} = 14{,}261$

15° s = 1,05345 S = 6,194 y = 0,7851

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
15,60°	15°	15,4°
63,63 + 0,02	115,45 + 0,05	135,41 + 0,04
a^2 = 14,167	a^2 = 14,188	a^2 = 14,170

a^2_{15} = 14,185

15,80° s = 1,05775 S = 6,7780 y = 0,8513

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
15°	15,6°	16°
63,55 + 0,00	115,00 + 0,00	134,96 + 0,04
a^2 = 14,149	a^2 = 14,135	a^2 = 14,124

a^2_{15} = 14,151

14,70° s = 1,06871 S = 7,939 y = 1,0063

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15,25°	14,8°	15,7°	15,15°
63,00 + 0,00	114,27 + 0,03	133,95 + 0,00	110,35 + 0,00
a^2 = 14,027	a^2 = 14,044	a^2 = 14,019	a^2 = 14,030

a^2_{15} = 14,036

15,40° s = 1,08962 S = 10,706 y = 1,3571

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
16,15°	15,30°	15,60°
62,00 + 0,00	112,60 + 0,00	132,15 + 0,00
a^2 = 13,805	a^2 = 13,838	a^2 = 13,829

a^2_{15} = 13,844

IV. Schwefelsaures Kalium.

15° s = 1,0148 S = 1,8381 y = 0,1901

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
14,5°	14,5°	14,8°	14,5°
65,55 + 0,00	118,67 + 0,03	139,31 + 0,04	114,80 + 0,00
a^2 = 14,593	a^2 = 14,584	a^2 = 14,578	a^2 = 14,595

a^2_{15} = 14,575

15°	s=1,0224	S=2,818	y=0,2915
Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
14,9°	15°	15,1°	14,8°
65,10+0,05	117,92+0,03	138,45+0,00	114,10+0,00
a^2=14,493	a^2=14,491	a^2=14,488	a^2=14,506

a^2_{15} = 14,493

15°	s=1,0297	S=3,7630	y=0,3893
Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
14,4°	15°	15°	14,9°
64,85+0,00	117,35+0,05	137,80+0,00	113,50+0,05
a^2=14,438	a^2=14,422	a^2=14,420	a^2=14,430

a^2_{15} = 14,422

15°	s=1,04008	S=5,134	y=0,5311
Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15,1°	15,2°	15,1°	15°
64,30+0,00	116,35+0,00	136,85+0,00	112,75+0,00
a^2=14,316	a^2=14,299	a^2=14,321	a^2=14,335

a^2_{15}=14,321

15°	s=1,0484	S=6,235	y=0,6450
Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15°	15,3°	15,5°	15°
64,02+0,03	115,80+0,00	135,90+0,00	112,00+0,00
a^2=14,253	a^2=14,231	a^2=14,222	a^2=14,240

a^2_{15}= 14,242

16°	s=1,05471	S=7,091	y=0,7336
Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15,75°	16,05°	16°	16,3°
63,70+0,00	114,93+0,02	135,04+0,01	111,17+0,03
a^2=14,149	a^2=14,112	a^2=14,120	a^2=14,121

a^2_{15}=14,154

15°	s=1,08172	S=10,849	y=1,1223
Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15,5°	15,7°	15,4°	15,1°
62,71+0,04	113,27+0,03	133,00+0,05	109,65+0,00
a^2=13,929	a^2=13,909	a^2=13,909	a^2=13,929

a^2_{15}=13,932

Um einen besseren Ueberblick über die Abhängigkeit der Capillaritätsconstanten vom Salzgehalt zu bekommen, stelle ich die gewonnenen Resultate in folgender Tabelle zusammen:

2NaCl.	Aequiv. Gew.	σ	S	a^2_{15}	α
	117	1,0358	5,323	14,446	7,482
		1,0723	11,127	14,222	7,629
		1,1104	17,575	14,012	7,780
		1,1511	25,017	13,820	7,954
		1,1941	33,764	13,716	8,189
2KCl.	149	1,01548	2,563	14,597	7,411
		1,03133	5,217	14,466	7,460
		1,04788	8,050	14,348	7,518
		1,06492	11,124	14,244	7,584
		1,09823	17,426	14,032	7,705
		1,13496	24,414	13,822	7,844
		1,15739	29,929	13,746	7,955
Na_2SO_4	142	1,02211	2,581	14,485	7,403
		1,04475	5,250	14,261	7,450
		1,05250	6,194	14,185	7,465
		1,05689	6,718	14,151	7,478
		1,06770	7,939	14,036	7,493
		1,08852	10,706	13,844	7,536
K_2SO_4	174	1,0139	1,838	14,575	7,389
		1,0214	2,818	14,493	7,402
		1,0288	3,763	14,422	7,419
		1,0391	5,134	14,321	7,441
		1,0474	6,235	14,242	7,458
		1,0540	7,091	14,154	7,459
		1,0808	10,849	13,932	7,529

Für die späteren Untersuchungen ist es nun nothwendig, die Capillaritätsconstante a^2 in Form eines allgemeinen Ausdruckes darzustellen; denn es ist nicht möglich für jede Concentration dieselbe direkt zu bestimmen oder nur solche Lösungen zu den Gemischen zu verwenden, für welche jene Grösse bereits bekannt ist.

Zur Ableitung einer solchen allgemeinen Formel benutzt man entweder das seiner Einfachheit wegen am schnellsten zum Ziele führende graphische Interpolationsverfahren oder das durch Rechnung.

In der am Schlusse angehängten Tafel habe ich nach der ersten Methode für die Capillaritätsconstanten a^2 der einzel-

nen Lösungen je eine Curve gezeichnet, indem ich die Anzahl der Salzäquivalente als Abscissen die zugehörigen Werthe der spezifischen Cohäsion a^2 als Ordinaten aufgetragen habe.

Hieraus ergeben sich nun folgende Sätze:

Alle Curven wenden ihre convexe Seite der positiven X- und Y-Achse zu.

Die Curven schneiden einander nicht.

Die spezifische Cohäsion a^2 nimmt schneller bei geringerem, langsamer bei höherem Salzgehalt ab.

Die Curven der Chlorverbindungen oder die der leicht löslichen Salze nähern sich langsamer der Abscissenachse als die der schwerer löslichen schwefelsauren Salze.

Sowohl bei den Chloriden wie den schwefelsauren Verbindungen gehört dem Salz mit höherem Aequivalentgewicht die steilere Curve zu.

Allein diese graphische Darstellung genügt nur für die Fälle, in denen es auf eine ungefähre Schätzung der gesuchten Werthe ankommt. Da aber für die späteren Beobachtungen eine möglichst genaue Bestimmung der Capillaritätsconstanten a^2 nothwendig ist, so führte ich auch das Interpolationsverfahren durch Rechnung aus, indem ich die nach Potenzen von y fortschreitende Reihe zu Grunde legte:

$$a^2 = A_0 + A_1 y + A_2 y^2 + A_3 y^3 + \ldots$$

Da A_2 bereits eine sehr kleine Grösse und y in den meisten Fällen ein echter Bruch ist, die Capillaritätsconstante auch schon in der 2. Decimalstelle ungenau wird, so genügt es, diese Reihe nach dem dritten Gliede abzubrechen und mit der einfachen Form:

$$a^2 = A_0 + A_1 y + A_2 y^2$$

die Rechnung auszuführen. Die Werthe der Coefficienten für die einzelnen Salzlösungen wurden aus sämmtlichen zusammengehörigen Beobachtungen nach der Methode der kleinsten Quadrate hergeleitet. Die zu Grunde zu legenden Gleichungen sind nun folgende: Für

I. NaCl.

$$a^2 = 14{,}694 - 0{,}3225\, y + 0{,}0257\, y^2$$

II. KCl.

$$a^2 = 14{,}719 - 0{,}4166\, y + 0{,}0402\, y^2$$

III. Na_2SO_4

$$a^2 = 14{,}723 - 0{,}7409\,y + 0{,}0686\,y^2$$

IV. K_2SO_4

$$a^2 = 14{,}741 - 0{,}8713\,y + 0{,}1467\,y^2$$

Um zu erkennen, ob diese Formeln in der That zuverlässige Resultate ergeben, sind in der folgenden Tabelle die nach denselben berechneten Werthe der Capillaritätsconstanten mit den beobachteten zusammengestellt:

Salz.	a^2 beobachtet.	a^2 berechnet.	Differenz.
NaCl	14,446	14,447	+ 0,001
	14,222	14,217	— 0,005
	14,012	14,010	— 0,002
	13,820	13,833	+ 0,013
	13,716	13,712	— 0,004
KCl	14,597	14,594	— 0,003
	14,466	14,472	+ 0,006
	14,348	14,352	+ 0,004
	14,244	14,232	— 0,012
	14,032	14,020	— 0,012
	13,823	13,840	+ 0,017
	13,746	13,738	— 0,008
K_2SO_4	14,485	14,488	+ 0,003
	14,261	14,260	— 0,001
	14,185	14,184	— 0,001
	14,151	14,142	— 0,009
	14,036	14,047	+ 0,011
	13,844	13,844	+ 0,000
Na_2SO_4	14,575	14,580	+ 0,005
	14,493	14,499	+ 0,006
	14,422	14,424	+ 0,002
	14,321	14,319	— 0,002
	14,242	14,240	— 0,002
	14,154	14,181	+ 0,027
	14,932	14,948	+ 0,016

Die sich ergebenden Differenzen sind so klein, dass man sie als innerhalb der Beobachtungsfehler liegend ansehen kann, und da sie bald positiv bald negativ sind, würde eine für die berechneten Werthe gezeichnete Cohäsionscurve die ursprüngliche an verschiedenen Stellen schneiden, im Uebrigen aber theils oberhalb, theils unterhalb derselben liegen. Hieraus ergiebt sich somit die Brauchbarkeit der oben angegebenen Formeln.

In einer ganz ähnlichen Weise kann man auch die wirkliche Cohäsion α der Betrachtung unterziehen und dieselbe zunächst als Funktion des Salzgehaltes graphisch darstellen. Trägt man wieder, wie dies in der zweiten Figur am Schlusse geschehen ist, die Anzahl der Salzäquivalente y als Abscissen, die entsprechenden Werthe der wirklichen Cohäsion α als Ordinaten auf, und verbindet die so erhaltenen Punkte durch Linien, so findet man als Courven der wirklichen Cohäsion nahezu gerade Linien. Aus der Betrachtung derselben fliessen wieder einige allgemeine Sätze:

Die wirkliche Cohäsion α wächst mit zunehmendem Salzgehalt.

Die einzelnen Curven schneiden einander nicht.

Den Salzen mit kleinerem Aequivalentgewicht entspricht der grössere Werth der wirklichen Cohäsion.

Sind die Curven der wirklichen Cohäsion in der That grade Linien, so muss α eine lineare Funktion von y sein z. B.:

$$\alpha = A\,y + B.$$

worin B. offenbar die wirkliche Cohäsion des destillirten Wassers bedeutet.

Zur Prüfung dieser Gleichung benutze ich nochmals die früheren Beobachtungen, indem ich aus denselben die Grösse A als Mittelwerth berechne und sodann die für Ay beobachteten und berechneten Werthe zusammenstelle. Auch bei dieser Betrachtung ist eine mittlere Temperatur von 15°C. vorausgesetzt.

I. NaCl.

$Ay = \alpha - 7{,}357$

			beob.	berechn.	Differenz.
A.	0,8188	=	0,125	0,128	+ 0,003
A.	1,712	=	0,272	0,268	— 0,004
A.	2,704	=	0,423	0,423	+ 0,000
A.	3,849	=	0,597	0,603	+ 0,006
A.	5,194	=	0,832	0,813	— 0,019

A = 0,1566

II. KCl.

			beob.	berechn.	Differenz.
A.	0,30956	=	0,054	0,052	— 0,002
A.	0,63024	=	0,103	0,101	— 0,002
A.	0,97248	=	0,161	0,162	+ 0,001
A.	1,34378	=	0,225	0,224	— 0,001
A.	2,10519	=	0,348	0,351	+ 0,003
A.	2,94983	=	0,487	0,491	+ 0,004
A.	3,61567	=	0,598	0,602	+ 0,004

A = 0,1666

III. Na_2SO_4

			beob.	berechn.	Differenz.
A.	0,3272	=	0,046	0,045	— 0,001
A.	0,6655	=	0,093	0,092	— 0,001
A.	0,7851	=	0,108	0,108	+ 0,000
A.	0,8513	=	0,121	0,118	— 0,003
A.	1,0063	=	0,136	0,139	+ 0,003
A.	1,3571	=	0,179	0,187	+ 0,008

A = 0,1382

IV. K_2SO_4

			beob.	berechn.	Differenz.
A.	0,1901	=	0,032	0,030	— 0,002
A.	0,2915	=	0.045	0,046	+ 0,001
A.	0,3893	=	0,062	0,062	+ 0,000
A.	0,5311	=	0,084	0,085	+ 0,001
A.	0,6450	=	0,102	0,103	+ 0,001

A = 0,1595

Aus Vergleich dieser Zahlen A mit den Aequivalentgewichten folgt:

2NaCl.	117	0,1566	Na_2SO_4	142	0,1382
2KCl.	149	0,1666	K_2SO_4	174	0,1595

Den Salzen mit grösserem Aequivalentgewicht gehört auch die grössere Zahl A zu oder in jeder der beiden Gruppen

fällt die Cohäsionslinie des Salzes mit dem höheren Aequivalentgewicht steiler ab als die des andern.

Wie man aus diesen Werthangaben erkennt, liegen die Differenzen innerhalb so enger Grenzen und haben bald positives bald negatives Vorzeichen, dass auch die folgenden Formeln mit hinreichender Genauigkeit zur Berechnung von α benutzt werden können.

I.	NaCl.	$\alpha = 0{,}1566\,y + 7{,}357$
II.	KCl.	$\alpha = 0{,}1666\,y + 7{,}357$
III.	Na_2SO_4	$\alpha = 0{,}1382\,y + 7{,}357$
IV.	K_2SO_4	$\alpha = 0{,}1595\,y + 7{,}357$

Versuche mit Salzlösungsgemischen.

Während bisher die Bestimmung der Capillaritätsconstanten sehr vieler einzelner Flüssigkeiten von verschiedenen Beobachtern durchgeführt worden ist, sind solche von Flüssigkeitsgemischen nur selten zum Gegenstande der Untersuchung gemacht worden. Die ersten Versuche in dieser Richtung mit Wasser und Weingeist und Wasser und Salpetersäure z.B. hat allerdings schon Gay-Lussac begonnen; aber erst in neuerer Zeit hat Rodenbeck dieselben auf verschiedene andere Gemische erweitert, allein solche von Salzlösungen noch nicht in den Kreis seiner Betrachtungen gezogen. Nachdem ich daher in dem vorhergehenden Theile für die Capillaritätsconstante der einzelnen Salzlösungen solche allgemeine Ausdrücke abgeleitet habe, welche jederzeit diese Constante im Voraus aus der Concentration bestimmen lassen, will ich nunmehr im folgenden diese Lücke auszufüllen suchen.

Bei diesen Bestimmungen wird es darauf ankommen, den Zusammenhang zu erkennen, welcher zwischen den Capillaritätsconstanten, des Gemisches und denen der einzelnen Lösungen besteht.

In seiner „théorie de l'action capillaire", im Auszug mitgetheilt von Link,[1]) gelangt Poisson zuerst zu einer solchen Beziehung. Hier heisst es:

[1]) Link, Pogg. Annal. Bd. 27.

„Wenn man mit u und u^1 zwei positive Brüche bezeichnet, deren Summe die Einheit ist und zwei Flüssige in dem Verhältniss u und u^1 mit einander mischt, so sieht man leicht ein, dass der Werth dieses Integrals in Rücksicht auf das Gemisch von der Form:

$$Uu^2 + U_1 uu^1 + U^1 u^{12}$$

sein wird, indem man mit UU_1U^1 von u und u^1 unabhängige Coefficienten bezeichnet. Es sollen die Temperaturen der beiden Flüssigen unter einander, und auch vor und nach dem Gemisch gleich sein.

Auch setze man die mögliche Absorption von Wärmestoff bei Seite und die dadurch entstehende Grösse der repulsiven Kraft. Nun bezeichne man mit v den Werth des Produkts $h\varrho$ (der nahezu mit a^2 identisch ist) der dem Gemenge entspricht, so hat man:

$$v = u^2 f + uu^1 f_1 + u^{12} f^1;$$

$f f f^1$ sind auch von u und u^1 unabhängige Grössen und die erste und letzte sind die Werthe von $h\varrho$ in Bezug auf die gesonderten Flüssigen. Es wäre interessant, eine Formel durch Versuche für verschiedene Verhältnisse zweier Flüssigkeiten zu beweisen, indem man f und f^1 bekannt setzt und f^1 bestimmt nach dem Werthe von v, der z. B. $u = u^1 = 1/2$ entspricht.“

Während nun diese Formel durch die Versuche von Gay-Lussac, welche mit Wasser und Salpetersäure angestellt waren, bestätigt wurde, war dies nicht der Fall bei den Versuchen mit Wasser und Alkohol. Den Grund dieser Abweichung erkannte zuerst Rodenbeck darin, dass bei der Mischung von Wasser und Alkohol eine Volumencontraktion des Gemisches eintrat, welche eine wesentliche Aenderung in der Zusammensetzung der Capillaritätsconstanten bedingte. Diese wie die folgenden Formeln gelten somit nur für solche Flüssigkeiten, bei deren Mischung keine Volumencontraktion zu bemerken ist.

Zu der von Poisson aufgestellten Formel gelangte auch Volkmann[1]), indem er die gegenseitige Einwirkung zweier übereinander lagernder Flüssigkeiten auf einen Flüssigkeitscylinder berechnet, welcher senkrecht durch ein Element der Tren-

[1]) Volkmann. Wiedemauns Annal. Bd. 16.

nungsfläche hindurchgeht. Indem er in die Formel die wirkliche Cohäsion einsetzt, lautet dieselbe:

$$\alpha = u_1^2 \alpha_1 + 2 u_1 u_2 \alpha_{12} + u_2^2 \alpha_2$$

worin $u_1 u_2$ 2 Verhältnisszahlen bedeuten und α_{12} als das Maass der Anziehung der Theilchen der Flüssigkeit I auf die der Flüssigkeit II definirt ist.

Schliesslich leitet auch Rodenbeck durch einen Analogieschluss aus der Mischungstheorie eine solche Formel her, welche den Zusammenhang zwischen den betreffenden Capillaritätsconstanten ausdrückt.

Bezeichnen s_1 s_2 die spezifischen Gewichte zweier Flüssigkeiten, s das ihres Gemisches, ferner v_1 v_2 die Volumina der beiden zu mischenden Flüssigkeiten, so ergiebt sich unter der Voraussetzung, dass beim Mischen keine Volumencontraktion eintritt:

$$s = (s_1 v_1 + s_2 v_2) / (v_1 + v_2) \quad - \quad (s_1 v_1 / v_2 + s_2) / (v_1 / v_2 + 1)$$

Ebenso wie sich hier das spezifische Gewicht eines Flüssigkeitsgemisches aus denen der einzelnen Flüssigkeiten zusammensetzt, liegt es nahe anzunehmen, dass sich in entsprechender Weise die Capillaritätsconstante der Mischung aus denen der zu mischenden Elemente zusammensetzen wird. Hierbei wird es zunächst gleichgültig sein, welche der beiden Capillaritätsconstanten der Betrachtung zu Grunde gelegt werden, d. h. es wird jede der beiden Formeln zu prüfen sein:

$$\text{Ia.} \quad a^2 = (a_1^2 v_1 / v_2 + a_2^2) / (v_1 / v_2 + 1)$$

$$\text{IIa.} \quad \alpha = (\alpha_1 v_1 / v_2 + \alpha_2) / (v_1 / v_2 + 1)$$

Aus den umstehenden Gleichungen lässt sich nun das Verhältniss der Volumina durch die der Messung zugänglichen spezifischen Gewichte bestimmen. Es ist nämlich:

$$v_1 / v_2 = (s_2 - s) / (s - s_1)$$

und dieser Werth oben eingesetzt ergiebt:

$$\text{I.} \quad a^2 = a_1^2 + (a_2^2 - a_1^2)(s - s_1) / (s_2 - s_1)$$

$$\text{II.} \quad \alpha = \alpha_1 + (\alpha_2 - \alpha_1)(s - s_1) / (s_2 - s_1)$$

Diese aus der Mischungstheorie hergeleiteten Formeln gehen unter einer speziellen Voraussetzung aus denen durch theoretische Betrachtungen gewonnenen Formeln von Poisson und Volkmann hervor. Ersetzt man nämlich in der Poisson'-

schen Formel die Grössen $v\ f\ f_1\ f'$ durch $a^2\ a_1{}^2\ 2a_{12}{}^2\ a_2{}^2$ und nimmt an:

$$a_{12}{}^2 = {}^1/_2\ (a_1{}^2 + a_2{}^2) \text{ resp. } \alpha_{12} = {}^1/_2\ (\alpha_1 + \alpha_2)$$

so folgt aus:

$a^2 = u_1{}^2 a_1{}^2 + 2u_1\ u_2\ a_{12}{}^2 + u_2{}^2 a_2{}^2 = (u_1 a_1{}^2 + u_2\ a_2{}^2)\ (u_1 + u_2)$

und da nun $u_1 + u_2 = 1$ sein soll, folgt:

$$a^2 = u_1\ a_1{}^2 + u_2\ a_2{}^2$$

Drückt man die Grössen u_1 und u_2 in Volumentheilen aus, so ist:

$$u_1 = v_1 / (v_1 + v_2) \quad u_2 = v_2 / (v_1 + v_2)$$

und hierfür die spezifischen Gewichte eingeführt:

$$u_1 = (s - s_2) / (s_1 - s_2)\ \ u_2 = (s_1 - s) / (s_1 - s_2)$$

ergiebt:

$$a^2 = a_1{}^2 + (a_2{}^2 - a_1{}^2)\ (s - s_1) / (s_2 - s_1)$$

und ebenso:

$$\alpha = \alpha_1 + (\alpha_2 - \alpha_1)\ (s - s_1) / (s_2 - s_1)$$

Wenn nun diese Formeln Anspruch auf allgemeine Gültigkeit machen sollen für alle Flüssigkeitsgemische, bei denen keine Volumencontraktion während der Mischung eintritt, so werden dieselben auch auf Salzlösungsgemische angewandt werden dürfen, da für diese jene Bedingung erfüllt ist. Berechnet man daher die Capillaritätsconstante eines solchen Gemisches nach den obigen Formeln, so wird dieselbe mit der aus den Beobachtungen gewonnen in allen Fällen übereinstimmen müssen.

Zu dieser Untersuchung lassen sich zunächst die vorigen Salzlösungen selbst wieder verwenden, denn man kann dieselben als Mischungen reinen Wassers mit wasserfreiem Salze auffassen. Da die Capillaritätsconstante des destillirten Wassers und die der betreffenden Salzlösungen aus den einzelnen Versuchen bekannt sind, so kann man aus der Formel:

$$2u_1\ u_2\ \alpha_{12} + u_2{}^2 \alpha_2 = \alpha - u_1{}^2 \alpha_1$$

nach der Methode der kleinsten Quadrate α_{12} und α_2 berechnen und durch rückwärts Einsetzen in dieselbe Gleichung mittelst der so gewonnen Grössen wieder die Constanten α bestimmen, welche dann bei Gültigkeit jener Formel mit den beobachteten Grössen α übereinstimmen müssen. Bei dieser Ausführung ergiebt sich gleichzeitig ein Werth für die Cohä-

sion des wasserfreien Salzes selbst wie für seine Adhäsion an reines Wasser, wenngleich die auf diesem Wege erlangten Werthe keinen hohen Grad von Sicherheit gewähren werden.

Den Berechnungen von u lege ich dieselben spezifischen Gewichte der reinen Salze zu Grunde, welche Volkmann in seiner Arbeit angeführt hat.

Die Resultate der Rechnung stelle ich wieder in folgenden Tabellen zusammen:

I. NaCl. ($s_2 = 2{,}15$)

u_2	$\alpha - u_1{}^2\alpha_1$		
	beob.	berechn.	Differenz.
0,02416	0,476	0,476	±0,000
0,04921	0,978	0,971	−0,007
0,07557	1,493	1,493	±0,000
0,10423	2,051	2,061	+0,010
0,13573	2,694	2,689	−0,005
$\alpha_{12} = 9{,}836$		$\alpha_2 = 20{,}70$	

II. KCl. ($s_2 = 1{,}95$)

u_2	$\alpha - u_1{}^2\alpha_1$		
	beob.	berechn.	Differenz.
0,01304	0,245	0,242	−0,003
0,02619	0,483	0,484	+0,001
0,03984	0,736	0,736	±0,000
0,05423	1,001	1,001	±0,000
0,08242	1,511	1,513	+0,002
0,11178	2,040	2,043	+0,003
0,13366	2,433	2,435	+0,002
$\alpha_{12} = 9{,}283$		$\alpha_2 = 15{,}967$	

III. Na_2SO_4 ($s_2 = 2{,}624$)

u_2	$\alpha - u_1{}^2\alpha_1$		
	beob.	berechn.	Differenz.
0,00976	0,189	0,191	+0,002
0,01965	0,379	0,381	+0,002
0,02394	0,444	0,446	+0,002
0,02500	0,484	0,482	−0,002
0,02941	0,562	0,558	−0,004
0,03926	0,745	0,747	+0,002
$\alpha_{12} = 9{,}865$		$\alpha_2 = 1{,}964$	

IV. K_2SO_4 ($s_2 = 2{,}66$)

u_2	$\alpha - u^1{}_2\alpha_1$		
	beob.	berechn.	Differenz.
0,006863	0,133	0,131	−0,002
0,010483	0,198	0,199	+0,001
0,013949	0,266	0,265	−0,001
0,018934	0,360	0,259	−0,001
0,022902	0,435	0,434	−0,001
$\alpha_{12} = 9{,}537$		$\alpha_2 = 12{,}316$	

Aus der Betrachtung der erlangten Grössen α_2 und α_{12} ergeben sich folgende Bemerkungen:

Die wirkliche Cohäsion der wasserfreien Chlorverbindungen ist grösser als die der wasserfreien schwefelsauren Salze.

Das destillirte Wasser übt auf die verschiedenen wasserfreien Salze eine nahezu gleiche Adhäsionskraft aus.

Von der Durchführung der Rechnung derselben Versuche nach der aus der Mischungstheorie gewonnenen Formel ist Abstand genommen worden, da die auf diese Weise erlangten Werthe der wirklichen Cohäsion doch keine genügende Sicherheit besitzen.

Ich wende mich nunmehr zur Untersuchung solcher Flüssigkeitsgemische, welche aus zwei der früheren Salzlösungen hergestellt sind. Zu dem Gemisch sind stets 150 gr. jeder Lösung verwandt worden.

I. NaCl. + KCl.

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}03629$ $S_1 = 5{,}271$ $y_1 = 0{,}81085$
2. KCl. 15^0 $s = 1{,}03214$ $S_2 = 5{,}202$ $y_2 = 0{,}6284$

Gemisch. 16^0 $s = 1{,}03449$ $\sigma = 1{,}03347$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15^0	15^0	$15{,}3^0$	15^0
$65{,}10 + 0{,}00$	$117{,}60 + 0{,}05$	$138{,}12 + 0{,}03$	$113{,}75 + 0{,}00$
$a^2 = 14{,}493$	$a^2 = 14{,}465$	$a^2 = 14{,}463$	$a^2 = 14{,}461$

$a^2_{15} = 14{,}470$

---

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}07293$ $S_1 = 10{,}966$ $y_1 = 1{,}6987$
2. KCl. 15^0 $s = 1{,}06507$ $S_2 = 10{,}976$ $y_2 = 1{,}326$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}06945$ $\sigma = 1{,}06853$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15^0	15^0	15^0	15^0
$64{,}00 + 0{,}05$	$115{,}82 + 0{,}03$	$136{,}01 + 0{,}04$	$111{,}90 + 0{,}00$
$a^2 = 14{,}249$	$a^2 = 14{,}234$	$a^2 = 14{,}233$	$a^2 = 14{,}227$

$a^2_{15} = 14{,}238$

---

1. NaCl. 19^0 $s = 1{,}12251$ $S_1 = 19{,}617$ $y_1 = 3{,}0181$
2. KCl. 19^0 $s = 1{,}11003$ $S_2 = 19{,}55$ $y_2 = 2{,}0632$

Gemisch. 19^0 $s = 1{,}11639$ $\sigma = 1{,}11453$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
$20{,}4^0$	$20{,}4^0$	$20{,}6^0$
$62{,}05 + 0{,}00$	$98{,}16 + 0{,}04$	$131{,}90 + 0{,}00$
$a^2 = 13{,}816$	$a^2 = 13{,}817$	$a^2 = 13{,}803$

$a^2_{15} = 13{,}971$

---

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}15039$ $S_1 = 24{,}866$ $y_1 = 3{,}8255$
2. KCl. 15^0 $s = 1{,}13392$ $S_2 = 24{,}529$ $y_2 = 2{,}9632$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}14240$ $\sigma = 1{,}14148$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
$15{,}3^0$	$15{,}4^0$	$15{,}3^0$
$62{,}15 + 0{,}00$	$112{,}50 + 0{,}05$	$132{,}16 + 0{,}04$
$a^2 = 13{,}830$	$a^2 = 13{,}826$	$a^2 = 13{,}835$

$a^2_{15} = 13.840$

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}03614$ $S_1 = 5{,}248$ $y_1 = 0{,}8263$
2. KCl. 15^0 $s = 1{,}09913$ $S_2 = 17{,}401$ $y_2 = 2{,}1021$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}06740$ $\sigma = 1{,}06648$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
15^0	15^0	15^0
$64{,}10 + 0{,}00$	$115{,}90 + 0{,}00$	$136{,}11 + 0{,}04$
$a^2 = 14{,}271$	$a^2 = 14{,}244$	$a^2 = 14{,}244$

$a^2_{15} = 14{,}253$

---

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}11121$ $S_1 = 17{,}602$ $y_1 = 2{,}708$
2. KCl. 15^0 $s = 1{,}03226$ $S_2 = 5{,}222$ $y_2 = 0{,}6308$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}07139$ $\sigma = 1{,}07047$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
15^0	$15{,}5^0$	$15{,}5^0$
$64{,}02 + 0{,}03$	$115{,}75 + 0{,}00$	$135{,}85 + 0{,}05$
$a^2 = 14{,}250$	$a^2 = 14{,}225$	$a^2 = 14{,}217$

$a^2_{15} = 14{,}241$

---

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}15047$ $S_1 = 24{,}882$ $y_1 = 3{,}828$
2. KCl. 15^0 $s = 1{,}06500$ $S_2 = 10{,}963$ $y_2 = 1{,}3241$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}10714$ $\sigma = 1{,}10622$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
15^0	15^0	15^0
$63{,}15 + 0{,}00$	$114{,}25 + 0{,}00$	$134{,}15 + 0{,}00$
$a^2 = 14{,}060$	$a^2 = 14{,}041$	$a^2 = 14{,}038$

$a^2_{15} = 14{,}046$

---

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}07268$ $S_1 = 11{,}00$ $y_1 = 1{,}6922$
2. KCl. 15^0 $s = 1{,}13379$ $S_2 = 24{,}501$ $y_2 = 0{,}2960$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}10324$ $\sigma = 1{,}10232$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
$14{,}6^0$	$15{,}5^0$	15^0
$63{,}10 + 0{,}00$	$114{,}00 + 0{,}00$	$134{,}15 + 0{,}00$
$a^2 = 14{,}049$	$a^2 = 14{,}010$	$a^2 = 14{,}038$

$a^2_{15} = 14033$

---

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}05459$ $S_1 = 8{,}0767$ $y_1 = 1{,}2424$
2. KCl. 15^0 $s = 1{,}15255$ $S_2 = 28{,}578$ $y_2 = 3{,}4523$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}10232$ $\sigma = 1{,}10140$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
15^0	$15{,}4^0$	$15{,}4^0$
$63{,}10 + 0{,}00$	$114{,}15 + 0{,}00$	$134{,}11 + 0{,}04$
$a^2 = 14{,}049$	$a^2 = 14{,}029$	$a^2 = 14{,}034$

$a^2{}_{15} = 14{,}045$

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}15403$ $S_1 = 25{,}564$ $y_1 = 3{,}933$
2. KCl. 15^0 $s = 1{,}04848$ $S_2 = 7{,}9906$ $y_2 = 0{,}9653$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}10108$ $\sigma = 1{,}10016$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.
15^0	$15{,}2^0$	$15{,}3^0$
$63{,}30 + 0{,}00$	$114{,}51 + 0{,}04$	$134{,}56 + 0{,}04$
$a^2 = 14{,}094$	$a^2 = 14{,}074$	$a^2 = 14{,}082$

$a^2{}_{15} = 14{,}088$

Aus diesen aufgeführten Zahlen berechne ich jetzt die spezifische und wirkliche Cohäsion der einzelnen Lösungen, wie die wirkliche Cohäsion des Gemisches; dieses ergiebt folgende Tabelle:

NaCl.			KCl.			Gemisch.
σ	a^2	α	σ	a^2	α	α
1,03537	14,449	7,480	1,03123	14,473	7,462	7,477
1,07201	14,220	7,623	1,06415	14,237	7,575	7,607
1,12066	13,955	7,820	1,10820	13,959	7,735	7,785
1,14947	13,836	7,952	1,13300	13,830	7,835	7,899
1,03522	14,451	7,480	1,09822	14,021	7,699	7,600
1,11019	14,009	7,776	1,03134	14,472	7,463	7,622
1,14952	13,836	7,952	1,06408	14,238	7,575	7,769
1,07176	14,222	7,621	1,13282	13,838	7,836	7,734
1,05362	14,333	7,551	1,15163	13,760	7,923	7,734
1,15312	13,823	7,970	1,04752	14,354	7,518	7,749

Vergleicht man die Capillaritätsconstanten a^2 der einzelnen Lösungen, welche dieselben Mengen des betreffenden Salzes enthalten, so kann man sagen:

Gleiche Mengen NaCl und KCl zu derselben Menge Wasser gebracht, geben Salzlösungen von gleicher spezifischer Cohäsion.

II. $K_2SO_4 + Na_2SO_4$

1. K_2SO_4 17° $s = 1{,}01632$ $S_1 = 2{,}041$ $y_1 = 0{,}2111$
2. Na_2SO_4 17° $s = 1{,}01845$ $S_2 = 2{,}067$ $y_2 = 0{,}2620$

Gemisch. 16,6° $s = 1{,}01730$ $\sigma = 1{,}01621$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
16,8°	16,7°	17,1°
65,16 + 0,04	138,59 + 0,01	103,00 + 0,00
$a^2 = 14{,}507$	$a^2 = 14{,}503$	$a^2 = 14{,}483$

$a^2_{15} = 14{,}552$

---

1. K_2SO_4 16° $s = 1{,}05471$ $S_1 = 7{,}091$ $y_1 = 0{,}7336$
2. Na_2SO_4 16° $s = 1{,}06093$ $S_2 = 7{,}104$ $y_2 = 0{,}9005$

Gemisch. 15° $s = 1{,}05815$ $\sigma = 1{,}05723$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
17,4°	17,4°	17,5°
63,20 + 0,00	134,25 + 0,00	99,90 + 0,00
$a^2 = 14{,}073$	$a^2 = 14{,}059$	$a^2 = 14{,}047$

$a^2_{15} = 14{,}131$

---

1. K_2SO_4 15° $s = 1{,}02676$ $S_1 = 3{,}383$ $y_1 = 0{,}3499$
2. Na_2SO_4 15° $s = 1{,}03007$ $S_2 = 3{,}409$ $y_2 = 0{,}4321$

Gemisch. 15° $s = 1{,}02850$ $\sigma = 1{,}02758$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
16°	16,3°	16,25°
64,70 + 0,00	137,55 + 0,00	102,40 + 0,00
$a^2 = 14{,}405$	$a^2 = 14{,}394$	$a^2 = 14{,}398$

$a^2_{15} = 14{,}434$

---

1. K_2SO_4 15° $s = 1{,}04100$ $S_1 = 5{,}263$ $y_1 = 0{,}5445$
2. Na_2SO_4 15° $s = 1{,}03026$ $S_2 = 3{,}431$ $y_2 = 0{,}4349$

Gemisch. 15° $s = 1{,}03585$ $\sigma = 1{,}03493$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
15°	15,8°	15,7°
64,47 + 0,03	137,05 + 0,00	102,05 + 0,00
$a^2 = 15{,}354$	$a^2 = 15{,}342$	$a^2 = 15{,}349$

$a^2_{15} = 14{,}363$

---

1. K_2SO_4 15° s = 1,02719 S_1 3,440 y_1 = 0,3558
2. Na_2SO_4 15° s = 1,04578 S_2 = 5,263 y_2 = 0,6672
Gemisch. 15° s = 1,03652 σ = 1,03560

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
15,5°	15,8°	15,7°
64,45 + 0,05	136,93 + 0,02	101,93 + 0,02
a^2 = 14,349	a^2 = 14,329	a^2 = 14,332

a^2_{15} = 14,356

1. K_2SO_4 15° s = 1,02740 S_1 = 3,466 y_1 = 0,3586
2. Na_2SO_4 15° s = 1,02993 S_2 = 3,393 y_2 = 0,4300
Gemisch. 15° s = 1,02886 σ = 1,02794

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
15,4°	15,5°	15,4°
64,83 + 0,02	137,80 + 0,05	117,34 + 0,01
a^2 = 14,433	a^2 = 14,420	a^2 = 14,420

a^2_{15} = 14,437

1. K_2SO_4 15° s = 1,02731 S_1 = 3,4573 y_1 = 0,3576
2 Na_2SO_4 15° s = 1,06145 S_2 = 7,168 y_2 = 0,9086
Gemisch. 15° s = 1,04457 σ = 1,04365

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
15,2°	15,0°	15°
64,14 + 0,01	136,40 + 0,00	116,25 + 0,00
a^2 = 14,280	a^2 = 14,274	a^2 = 14,276

a^2_{15} = 14,279

1. K_2SO_4 15° s = 1,08172 S_1 = 10,849 y_1 = 1,1223
2. Na_2SO_4 15° s = 1,09242 S_2 = 11,068 y_2 = 1,403
Gemisch. 15° s = 1,08750 σ = 1,08658

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
15,6°	16,0°	15,9°
62,32 + 0,03	132,24 + 0,04	112,67 + 0,03
a^2 = 13,878	a^2 = 13,815	a^2 = 13,847

a^2_{15} = 13,878

Die sich hieraus ergebenden Werthe der spezifischen und wirklichen Cohäsion der einzelnen Lösungen, sowie die wirkliche Cohäsion des Gemisches sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

K_2SO_4			Na_2SO_4			Gemisch.
σ	a^2	α	σ	a^2	α	α
1,01511	14,564	7,392	1,01727	14,534	7,393	7,394
1,05397	14,181	7,473	1,05979	14,100	7,471	7,470
1,02584	14,454	7,414	1,02915	14,416	7,418	7,416
1,04008	14,310	7,442	1,02934	14,414	7,418	7,432
1,02627	14,450	7,415	1,04486	14,260	7,450	7,433
1,02648	14,447	7,415	1,02901	14,424	7,421	7,420
1,02639	14,448	7,415	1,06053	14,107	7,481	7,451
1,08080	13,948	7,537	1,09150	13,818	7,541	7,539

Betrachtet man auch hier die Capillaritätsconstanten, welche solchen Lösungen zugehören, die aus gleichen Mengen Salzes gebildet sind, so ergiebt sich:

Gleiche Mengen von K_2SO_4 und Na_2SO_4 zu derselben Menge destillirten Wassers gebracht, ergeben Salzlösungen von gleicher wirklicher Cohäsion.

III. NaCl + Na_2SO_4

1. NaCl. $14{,}6^0$ $s = 1{,}03607$ $S_1 = 5{,}237$ $y_1 = 0{,}8057$
2. Na_2SO_4 $14{,}6^0$ $s = 1{,}04522$ $S_1 = 5{,}200$ $y_1 = 0{,}6591$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}04048$ $\sigma = 1{,}0396$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15^0	$15{,}4^0$	$15{,}8^0$	15^0
$64{,}55 + 0{,}05$	$116{,}72 + 0{,}03$	$136{,}70 + 0{,}00$	$113{,}00 + 0{,}00$
$a^2 = 14{,}372$	$a^2 = 14{,}344$	$a^2 = 14{,}305$	$a^2 = 14{,}366$

$a^2{}_{15} = 14{,}355$

---

1. NaCl. $14{,}6^0$ $s = 1{,}03624$ $S_1 = 5{,}263$ $y_1 = 0{,}8097$
2. Na_2SO_4 $14{,}6^0$ $s = 1{,}07011$ $S_2 = 8{,}239$ $y_2 = 1{,}0444$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}05317$ $\sigma = 1{,}05225$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15^0	$15{,}2^0$	$15{,}4^0$	$15{,}4^0$
$63{,}92 + 0{,}03$	$115{,}75 + 0{,}05$	$135{,}87 + 0{,}03$	$111{,}80 + 0{,}00$
$a^2 = 14{,}232$	$a^2 = 14{,}225$	$a^2 = 14{,}219$	$a^2 = 14{,}214$

$a^2{}_{15} = 14{,}230$

---

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}03624$ $S_1 = 5{,}263$ $y_1 = 0{,}8097$
2. Na_2SO_4 $16{,}2^0$ $s = 1{,}05368$ $S_2 = 6{,}222$ $y_2 = 0{,}7887$
   Gemisch. 15^0 $s = 1{,}04496$ $\sigma = 1{,}04404$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15^0	15^0	15^0	$15{,}1^0$
$64{,}30 + 0{,}00$	$116{,}40 + 0{,}00$	$136{,}75 + 0{,}00$	$112{,}50 + 0{,}10$
$a^2 = 14{,}316$	$a^2 = 14{,}305$	$a^2 = 14{,}310$	$a^2 = 14{,}303$

$a^2{}_{15} = 14{,}309$

1. NaCl. 14^0 $s = 1{,}06948$ $S_1 = 10{,}471$ $y_1 = 1{,}6110$
2. Na_2SO_4 15^0 $s = 1{,}02256$ $S_2 = 2{,}538$ $y_2 = 0{,}3217$
   Gemisch. 15^0 $s = 1{,}04602$ $\sigma = 1{,}04510$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
$14{,}5^0$	15^0	15^0	$14{,}7^0$
$64{,}62 + 0{,}03$	$116{,}85 + 0{,}00$	$137{,}33 + 0{,}02$	$113{,}18 + 0{,}02$
$a^2 = 14{,}387$	$a^2 = 14{,}360$	$a^2 = 14{,}371$	$a^2 = 14{,}390$

$a^2{}_{15} = 14{,}371$

1. NaCl. $15{,}4^0$ $s = 1{,}07304$ $S_1 = 11{,}084$ $y_1 = 1{,}7052$
2. Na_2SO_4 $16{,}4^0$ $s = 1{,}06943$ $S_2 = 8{,}1542$ $y_2 = 1{,}0336$
   Gemisch. 16^0 $s = 1{,}07144$ $\sigma = 1{,}07032$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15^0	$15{,}4^0$	$15{,}7^0$	$15{,}3^0$
$63{,}50 + 0{,}00$	$114{,}80 + 0{,}00$	$134{,}75 + 0{,}00$	$111{,}00 + 0{,}05$
$a^2 = 14{,}138$	$a^2 = 14{,}108$	$a^2 = 14{,}101$	$a^2 = 14{,}112$

$a^2{}_{15} = 14{,}124$

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}11105$ $S_1 = 17{,}55$ $y_1 = 2{,}700$
2. Na_2SO_4 $16{,}2^0$ $s = 1{,}06363$ $S_2 = 7{,}435$ $y_2 = 0{,}9424$
   Gemisch. $16{,}4^0$ $s = 1{,}08732$ $\sigma = 1{,}08605$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
14^0	$14{,}7^0$	$14{,}4^0$	$14{,}8^0$
$63{,}30 + 0{,}00$	$114{,}35 + 0{,}00$	$134{,}43 + 0{,}02$	$110{,}65 + 0{,}00$
$a^2 = 14{,}095$	$a^2 = 14{,}053$	$a^2 = 14{,}068$	$a^2 = 14{,}065$

$a^2{}_{15} = 14{,}055$

1. NaCl.	14,2°	s = 1,15003	S_1 = 24,795	y_1 = 3,8145
2. Na_2SO_4	15°	s = 1,03650	S_2 = 1,167	y_2 = 0,5282
Gemisch.	15°	s = 1,09118	σ = 1,09026	

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
14,5°	14,7°	15°	14,6°
63,48 + 0,02	114,90 + 0,00	134,91 + 0,04	111,10 + 0,00
a^2 = 14,135	a^2 = 14,121	a^2 = 14,118	a^2 = 14,125

a^2_{15} = 14,116

Die folgende Tabelle enthält nun wieder die sich hieraus ergebenden Werthe der spezifischen und wirklichen Cohäsion der einzelnen Lösungen, sowie die wirkliche Cohäsion des Gemisches.

NaCl.			Na_2SO_4			Gemisch.
σ	a^2	α	σ	a^2	α	α
1,03520	14,451	7,480	1,04430	14,264	7,448	7,463
1,03534	14,450	7,480	1,06920	14,024	7,497	7,487
1,03532	14,450	7,480	1,05253	14,181	7,463	7,470
1,06876	14,241	7,610	1,02164	14,492	7,403	7,509
1,07187	14,219	7,620	1,06826	14,030	7,494	7,558
1,11013	14,011	7,777	1,06248	14,086	7,483	7,632
1,14921	13,838	7,952	1,03550	14,351	7,432	7,695

IV. NaCl + K_2SO_4

1. NaCl.	15°	s = 1,03622	S_1 = 5,263	y_1 = 0,8097
2. K_2SO_4	15°	s = 1,04110	S_2 = 5,270	y_2 = 0,5451
Gemisch.	15°	s = 1,03862	σ = 1,03770	

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
15,1°	16,3°	16,1°
64,58 + 0,02	136,98 + 0,02	102,00 + 0,00
a^2 = 14,379	a^2 = 14,334	a^2 = 14,342

a^2_{15} = 14,376

1. $NaCl$. 15^0 $s = 1{,}04833$ $S_1 = 7{,}213$ $y_1 = 1{,}1097$
2. K_2SO_4 15^0 $s = 1{,}05495$ $S_2 = 7{,}124$ $y_2 = 0{,}7369$
   Gemisch. 15^0 $s = 1{,}05167$ $\sigma = 1{,}05075$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
$14{,}6^0$	$14{,}9^0$	15^0
$64{,}29 + 0{,}01$	$136{,}60 + 0{,}05$	$101{,}55 + 0{,}00$
$a^2 = 14{,}315$	$a^2 = 14{,}295$	$a^2 = 14{,}279$

$a^2{}_{15} = 14{,}290$

---

1. $NaCl$. 20^0 $s = 1{,}06037$ $S_1 = 8{,}9925$ $y_1 = 1{,}0989$
2. K_2SO_4 20^0 $s = 1{,}06871$ $S_2 = 9{,}0104$ $y_2 = 0{,}9321$
   Gemisch. 20^0 $s = 1{,}06465$ $\sigma = 1{,}06275$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
19^0	$20{,}7^0$	$20{,}0^0$
$63{,}18 + 0{,}02$	$134{,}15 + 0{,}05$	$99{,}92 + 0{,}03$
$a^2 = 14{,}068$	$a^2 = 14{,}039$	$a^2 = 14{,}076$

$a^2{}_{15} = 14{,}203$

---

1. $NaCl$. 20^0 $s = 1{,}07227$ $S_1 = 10{,}932$ $y_1 = 1{,}6817$
2. K_2SO_4 20^0 $s = 1{,}07928$ $S_2 = 10{,}500$ $y_2 = 1{,}0862$
   Gemisch. $16{,}4^0$ $s = 1{,}07610$ $\sigma = 1{,}07488$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
$18{,}4^0$	$19{,}6^0$	$19{,}4^0$
$62{,}83 + 0{,}02$	$133{,}39 + 0{,}01$	$99{,}38 + 0{,}02$
$a^2 = 13{,}990$	$a^2 = 13{,}959$	$a^2 = 13{,}974$

$a^2{}_{15} = 14{,}094$

---

1. $NaCl$. 15^0 $s = 1{,}09840$ $S_1 = 15{,}322$ $y_1 = 2{,}3626$
2. K_2SO_4 15^0 $s = 1{,}04117$ $S_2 = 5{,}279$ $y_2 = 0{,}5461$
   Gemisch. 15^0 $s = 1{,}06956$ $\sigma = 1{,}06864$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
$15{,}5^0$	16^0	$16{,}1^0$
$63{,}65 + 0{,}00$	$135{,}25 + 0{,}00$	$100{,}60 + 0{,}05$
$a^2 = 14{,}171$	$a^2 = 14{,}154$	$a^2 = 14{,}146$

$a^2{}_{15} = 14{,}183$

---

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}07325$ $S_1 = 11{,}095$ $y_1 = 1{,}7068$
2. K_2SO_4 15^0 $s = 1{,}0550$ $S_2 = 7{,}132$ $y_2 = 0{,}7376$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}06419$ $\sigma = 1{,}06327$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
$14{,}5^0$	$14{,}4^0$	$14{,}6^0$
$63{,}95 + 0{,}00$	$135{,}85 + 0{,}00$	$101{,}14 + 0{,}01$
$a^2 = 14{,}239$	$a^2 = 14{,}216$	$a^2 = 14{,}214$

$a^2_{15} = 14{,}207$

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}12434$ $S_1 = 19{,}941$ $y_1 = 3{,}068$
2. K_2SO_4 15^0 $s = 1{,}04095$ $S_2 = 5{,}25$ $y_2 = 0{,}5431$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}08196$ $\sigma = 1{,}08104$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
$14{,}5^0$	$15{,}15^0$	15^0
$63{,}53 + 0{,}02$	$134{,}95 + 0{,}05$	$100{,}53 + 0{,}02$
$a^2 = 14{,}145$	$a^2 = 14{,}122$	$a^2 = 14{,}135$

$a^2_{15} = 14{,}130$

1. NaCl. 15^0 $s = 1{,}15053$ $S_1 = 24{,}894$ $y_1 = 3{,}8299$
2. K_2SO_4 15^0 $s = 1{,}05500$ $S_2 = 7{,}1305$ $y_2 = 0{,}7376$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}10303$ $\sigma = 1{,}10211$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
$14{,}4^0$	$14{,}5^0$	$14{,}5^0$
$63{,}05 + 0{,}00$	$134{,}03 + 0{,}02$	$99{,}70 + 0{,}00$
$a^2 = 14{,}040$	$a^2 = 14{,}026$	$a^2 = 14{,}019$

$a^2_{15} = 14{,}013$

Aehnlich wie vorher, sind wieder die spezifischen und wirklichen Cohäsionen der einzelnen Lösungen und die wirkliche Cohäsion des Gemisches in folgender Tabelle aufgestellt:

NaCl.			K_2SO_4.			Gemisch.
σ	a^2	α	σ	a^2	α	α
1,03530	14,450	7,480	1,04012	14,310	7,442	7,459
1,04741	14,393	7,538	1,05403	14,179	7,473	7,508
1,05849	14,371	7,606	1,06679	14,056	7,479	7,547
1,07033	14,225	7,613	1,07732	13,968	7,524	7,575
1,09748	14,077	7,725	1,04025	14,309	7,443	7,578
1,07233	14,218	7,624	1,05408	14,178	7,472	7,553
1,12342	13,946	7,834	1,04003	14,311	7,442	7,638
1,14962	13,836	7,953	1,05408	14,178	7,472	7,722

V. $Na_2SO_4 + KCl$.

1. Na_2SO_4 15° $s = 1{,}04571$ $S_1 = 5{,}263$ $y_1 = 0{,}6672$
2. KCl. 15° $s = 1{,}03272$ $S_2 = 5{,}300$ $y_2 = 0{,}6402$
   Gemisch. 15° $s = 1{,}03912$ $\sigma = 1{,}03820$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
15,6°	15,8°	15,9°
64,45 + 0,00	137,00 + 0,00	101,91 + 0,04
$a^2 = 14{,}350$	$a^2 = 14{,}337$	$a^2 = 14{,}330$

$a^2_{15} = 14{,}361$

1. Na_2SO_4 15° $s = 1{,}06200$ $S_1 = 7{,}235$ $y_1 = 0{,}9171$
2. KCl. 15° $s = 1{,}04281$ $S_2 = 6{,}253$ $y_2 = 0{,}7554$
   Gemisch. 15° $s = 1{,}05225$ $\sigma = 1{,}05133$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
15,5°	16°	16°
64,00 + 0,00	135,98 + 0,02	101,20 + 0,00
$a^2 = 14{,}250$	$a^2 = 14{,}230$	$a^2 = 14{,}230$

$a^2_{15} = 14{,}261$

---

1. Na_2SO_4 15° $s = 1{,}09293$ $S_1 = 11{,}134$ $y_1 = 1{,}4113$
2. KCl. 15° $s = 1{,}06520$ $S_2 = 11{,}00$ $y_2 = 1{,}3288$
   Gemisch. 15° $s = 1{,}07883$ $\sigma = 1{,}07791$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
15,3°	15,8°	15,4°
63,03 + 0,02	133,71 + 0,04	99,71 + 0,04
$a^2 = 14{,}034$	$a^2 = 13{,}993$	$a^2 = 14{,}020$

$a^2_{15} = 14{,}031$

---

1. Na_2SO_4 15° $s = 1{,}09385$ $S_1 = 11{,}251$ $y_1 = 1{,}4262$
2. KCl. 15° $s = 1{,}08775$ $S_2 = 15{,}174$ $y_2 = 1{,}8331$
   Gemisch. 15° $s = 1{,}09066$ $\sigma = 1{,}08974$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
15,6°	16,2°	15,9°
62,62 + 0,03	132,91 + 0,04	99,07 + 0,03
$a^2 = 13{,}947$	$a^2 = 13{,}909$	$a^2 = 13{,}931$

$a^2_{15} = 13{,}952$

1. Na_2SO_4 15° $s = 1{,}03040$ $S_1 = 3{,}4475$ $y_1 = 0{,}4370$
2. KCl. 15° $s = 1{,}02133$ $S_2 = 3{,}393$ $y_2 = 0{,}4099$

Gemisch. 15° $s = 1{,}02591$ $\sigma = 1{,}02499$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
15,1°	15,9°	15,7°
65,10 + 0,00	138,08 + 0,02	102,90 + 0,00
$a^2 = 14{,}494$	$a^2 = 14{,}449$	$a^2 = 14{,}469$

$a^2_{15} = 14{,}487$

---

1. Na_2SO_4 15° $s = 1{,}10121$ $S_1 = 12{,}198$ $y_1 = 1{,}5462$
2. KCl. 15° $s = 1{,}05605$ $S_2 = 9{,}331$ $y_2 = 1{,}1272$

Gemisch. 15° $s = 1{,}07850$ $\sigma = 1{,}07758$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
16°	17°	16,9°
62,90 + 0,00	133,33 + 0,02	99,35 + 0,00
$a^2 = 14{,}006$	$a^2 = 13{,}953$	$a^2 = 13{,}970$

$a^2_{15} = 14{,}023$

---

1. Na_2SO_4 15° $s = 1{,}05490$ $S_1 = 6{,}371$ $y_1 = 0{,}8076$
2. KCl. 15° $s = 1{,}11100$ $S_2 = 19{,}745$ $y_2 = 2{,}3853$

Gemisch. 15° $s = 1{,}08251$ $\sigma = 1{,}08159$

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
16,5°	16,9°	17°
62,95+0,00	133,50+0,00	99,60+0,00
a^2=14,016	a^2=14,003	a^2=14,005

$a^2_{15} = 14{,}060$

Hieraus ergeben sich wieder die Werthe der spezifischen und wirklichen Cohäsion der einzelnen Lösungen und die wirkliche Cohäsion des Gemisches, welche die folgende Tabelle enthält:

Na_2SO_4.			KCl.			Gemisch.
σ	a^2	α	σ	a^2	α	α
1,04479	14,260	7,449	1,03180	14,468	7,464	7,455
1,06108	14,101	7,481	1,04179	14,427	7,514	7,497
1,09201	13,814	7,542	1,06428	14,236	7,576	7,562
1,09293	13,806	7,545	1,08683	14,090	7,657	7,602
1,02948	14,412	7,418	1,02041	14,555	7,426	7,424
1,10029	13,741	7,560	1,05513	14,300	7,542	7,555
1,05398	14,170	7,467	1,11008	13,954	7,745	7,604

VI. KCl. + K_2SO_4

1. KCl. 15° s = 1,09887 S_1 = 17,35 y_1 = 2,096
2. K_2SO_4 15° s = 1,02072 S_2 = 2,602 y_2 = 0,2692
   Gemisch. 15° s = 1,05974 σ = 1,05878

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15°	15,4°	15,4°	15,4°
64,15 + 0,00	116,05 + 0,00	136,00 + 0,00	112,18 + 0,02
a^2 = 14,282	a^2 = 14,262	a^2 = 14,232	a^2 = 14,259

a^2_{15} = 14,267

1. KCl. 15° s = 1,07865 S_1 = 13,451 y_1 = 1,625
2. K_2SO_4 15° s = 1,03405 S_2 = 4,335 y_2 = 0,4484
   Gemisch. 15° s = 1,05632 σ = 1,05585

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15,4°	15,5°	15,7°	15,8°
64,10 + 0,00	115,83 + 0,02	135,91 + 0,04	111,95 + 0,00
a^2 = 14,272	a^2 = 14,235	a^2 = 14,223	a^2 = 14,234

a^2_{15} = 14,258

1. KCl. 15° s = 1,03902 S_1 = 5,686 y_1 = 0,6869
2. K_2SO_4 15° s = 1,01700 S_2 = 2,124 y_2 = 0,2197
   Gemisch. 15° s = 1,02789 σ = 1,02698

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15°	15,3°	15,4°	15°
65,25+0,00	117,84+0,01	138,47+0,03	114,00+0,00
a^2=14,526	a^2=14,481	a^2=14,490	a^2=14,498

a^2_{15} = 14,503

1. KCl. 15° s = 1,01302 S_1 = 2,045 y_1 = 0,2469
2. K_2SO_4 15° s = 1,04968 S_2 = 6,411 y_2 = 0,6632
   Gemisch. 15° s = 1,03129 σ = 1,03038

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15,3°	15,4°	15,8°	15,5°
64,88+0,02	117,43+0,02	137,54+0,01	113,42+0,03
a^2=14,445	a^2=14,431	a^2=14,393	a^2=14,420

a^2_{15}=14,437

1. KCl. 15^0 $s = 1{,}15845$ $S_1 = 29{,}929$ $y_1 = 3{,}6157$
2. K_2SO_4 15^0 $s = 1{,}01545$ $S_2 = 1{,}926$ $y_2 = 0{,}1983$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}08567$ $\sigma = 1{,}08475$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
15^0	$14{,}6^0$	$15{,}5^0$	—
$63{,}70+0{,}00$	$115{,}42+0{,}03$	$135{,}05+0{,}05$	—
$a^2=14{,}180$	$a^2=14{,}185$	$a^2=14{,}133$	—

$a^2_{15} = 14{,}167$

1. KCl. 15^0 $s = 1{,}13477$ $S_1 = 2{,}532$ $y_1 = 3{,}059$
2. K_2SO_4 15^0 $s = 1{,}04140$ $S_2 = 5{,}310$ $y_2 = 0{,}5493$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}08764$ $\sigma = 1{,}08672$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
$14{,}6^0$	15^0	$14{,}9^0$	15^0
$63{,}25+0{,}00$	$115{,}42+0{,}03$	$134{,}40+0{,}00$	$110{,}58+0{,}02$
$a^2=14{,}084$	$a^2=14{,}062$	$a^2=14{,}068$	$a^2=14{,}059$

$a^2_{15} = 14{,}063$

---

1. KCl. 15^0 $s = 1{,}06532$ $S_1 = 11{,}023$ $y_1 = 1{,}3316$
2. K_2SO_4 15^0 $s = 1{,}08051$ $S_2 = 10{,}675$ $y_2 = 1{,}1043$

Gemisch. 15^0 $s = 1{,}07287$ $\sigma = 1{,}07196$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
$15{,}8^0$	$15{,}5^0$	$15{,}4^0$	$15{,}3^0$
$63{,}15+0{,}00$	$114{,}55+0{,}00$	$134{,}65+0{,}05$	$110{,}80+0{,}00$
$a^2=14{,}060$	$a^2=14{,}078$	$a^2=14{,}091$	$a^2=14{,}087$

$a^2_{15}=14{,}094$

---

1. KCl. $15{,}2^0$ $s = 1{,}03231$ $S_1 = 5{,}231$ $y_1 = 0{,}6317$
2. K_2SO_4 $15{,}2^0$ $s = 1{,}06080$ $S_2 = 7{,}921$ $y_2 = 0{,}8194$

Gemisch. $15{,}2^0$ $s = 1{,}04659$ $\sigma = 1{,}04566$

Röhre I.	Röhre II.	Röhre III.	Röhre IV.
$15{,}6^0$	$14{,}8^0$	16^0	16^0
$64{,}22+0{,}03$	$115{,}95+0{,}00$	$136{,}22+0{,}03$	$112{,}10+0{,}00$
$a^2=14{,}299$	$a^2=14{,}250$	$a^2=14{,}256$	$a^2=14{,}252$

$a^2_{15}= 14{,}289$

Schliesslich enthält wieder die folgende Tabelle die Zusammenstellung der spezifischen und wirklichen Cohäsion der einzelnen Lösungen, wie die wirkliche Cohäsion des Gemisches.

KCl.			K_2SO_4.			Gemisch.
σ	a^2	α	α	a^2	σ	α
1,09783	14,023	7,698	1,01984	14,517	7,402	7,553
1,07762	14,148	7,623	1,03313	14,379	7,428	7,527
1,03810	14,452	7,501	1,01609	14,558	7,394	7,447
1,01210	14,641	7,416	1,04876	14,228	7,460	7,438
1,15730	13,746	7,963	1,01453	14,573	7,399	7,683
1,13385	13,821	7,835	1,04048	14,306	7,443	7,641
1,06441	14,236	7,576	1,07960	13,958	7,535	7,554
1,03138	14,472	7,463	1,05987	14,126	7,470	7,471

Auf Grund dieser Beobachtungen will ich nun die am Anfang dieses Abschnittes aufgestellten Formeln prüfen, welche den Zusammenhang zwischen der Capillaritätsconstanten des Gemisches und denen der einzelnen Lösungen darstellen.

Hierbei gehe ich aus von der Formel:

$$\alpha = u_1^2 \alpha_1 + 2 u_1 u_2 \alpha_{12} + u_2^2 \alpha_2$$

in welcher alle Grössen bis auf α_{12} aus den Versuchen bekannt sind und die somit eine Bestimmung dieser Grösse ergeben muss. Es war α_{12} definirt als das Maass der Anziehung, welches die Theilchen der beiden gemischten Flüssigkeiten auf einander ausüben. Ferner hatte Volkmann erkannt, dass für alle Flüssigkeiten, welche eine Mischung zulassen, die Bedingung erfüllt sein muss:

$$\alpha_{12} \geqq {}^1/_2 (\alpha_1 + \alpha_2)$$

Da nun die untersuchten Salzlösungen sich in allen Verhältnissen mischen lassen, wird für α_{12} gleichzeitig die obige Bedingung erfüllt sein müssen.

In der folgenden Tabelle stelle ich nun die hierauf bezüglichen Resultate aus den gegebenen Beobachtungen zusammen.

I. NaCl + KCl

u_1	u_2	α_{12}	${}^1/_2 (\alpha_1 + \alpha_2)$	Differenz.
0,5663	0,4337	7,481	7,471	+ 0,010
0,5572	0,4428	7,610	7,599	+ 0,011
0,5096	0,4904	7,790	7,778	+ 0,012
0,5149	0,4851	7,901	7,894	+ 0,007
0,5037	0,4963	7,612	7,590	+ 0,022
0,4956	0,5044	7,626	7,620	+ 0,006
0,4930	0,5070	7,777	7,764	+ 0,013
0,4999	0,5001	7,738	7,729	+ 0,009
0,5128	0,4872	7,741	7,737	+ 0,004
0,4983	0,5017	7,754	7,744	+ 0,010

II. $Na_2SO_4 + K_2SO_4$

u_1	u_2	α_{12}	$\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$	Differenz.
0,5399	0,4601	7,395	7,393	+0,002
0,4469	0,5531	7,470	7,472	—0,002
0,4326	0,5674	7,417	7,416	+0,001
0,5205	0,4795	7,433	7,430	+0,003
0,4981	0,5019	7,434	7,432	+0,002
0,4229	0,5771	7,420	7,418	+0,002
0,4944	0,5056	7,452	7,448	+0,004
0,4598	0,5402	7,538	7,539	—0,001

III. $NaCl + Na_2SO_4$

u_1	u_2	α_{12}	$\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$	Differenz.
0,518	0,482	7,462	7,464	—0,002
0,5001	0,4999	7,486	7,488	—0,002
0,5	0,5	7,466	7,471	—0,005
0,5	0,5	7,510	7,506	+0,004
0,5568	0,4432	7,546	7,557	—0,011
0,4996	0,5004	7,634	7,630	+0,004
0,4816	0,5184	7,716	7,692	+0,014

IV. $NaCl + K_2SO_4$

u_1	u_2	α_{12}	$\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$	Differenz.
0,5082	0,4918	7,458	7,461	—0,003
0,4955	0,5045	7,513	7,505	+0,008
0,4868	0,5132	7,548	7,551	—0,003
0,4536	0,5464	7,589	7,568	+0,021
0,4961	0,5039	7,574	7,584	—0,010
0,5036	0,4964	7,556	7,548	+0,008
0,4918	0,5082	7,642	7,638	+0,004
0,5028	0,4972	7,728	7,712	+0,016

V. $Na_2SO_4 + KCl$

u_1	u_2	α_{12}	$\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$	Differenz.
0,4927	0,5073	7,456	7,456	+0,000
0,4919	0,5081	7,496	7,497	—0,001
0,4915	0,5085	7,564	7,559	+0,005
0,4770	0,5230	7,601	7,598	+0,003
0,5050	0,4950	7,425	7,422	+0,003
0,4971	0,5029	7,558	7,551	+0,007
0,5078	0,4922	7,604	7,606	—0,002

VI. KCl + K_2SO_4

u_1	u_2	α_{12}	$\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$	Differenz.
0,4993	0,5007	7,552	7,550	+0,002
0,4996	0,5004	7,528	7,525	+0,003
0,4946	0,5054	7,447	7,447	+0,000
0,5016	0,4984	7,438	7,438	+0,000
0,4907	0,5093	7,691	7,681	+0,010
0,4952	0,5048	7,645	7,639	+0,006
0,5030	0,4970	7,552	7,555	—0,003
0,4988	0,5012	7,470	7,466	+0,004

Die aufgeführten Tabellen lassen sogleich die Richtigkeit der obigen Bedingung für die Möglichkeit der Mischung zweier Lösungen erkennen. In den wenigen Fällen, in denen α_{12} kleiner als $\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$ ausfällt, liegen die Abweichungen innerhalb so enger Grenzen, dass sie ihre Erklärung in den Beobachtungsfehlern finden.

Da nun auch gleichzeitig die Bedingung:

$$\alpha_{12} - \frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$$

erfüllt ist, so führen die von Poisson und Volkmann angegebenen Formeln auf die aus der Mischungstheorie hergeleiteten zurück. Ich werde daher die vorigen Beobachtungen benutzen, um die aus ihnen folgenden Capillaritätsconstanten mit denen zu vergleichen, welche aus den Formeln:

$$a^2 = u_1 a_1^2 + u_2 a_2^2$$

$$\alpha = u_1 \alpha_1 + u_2 \alpha_2$$

berechnet werden können und in den folgenden Tabellen die beobachteten und berechneten Werthe zusammenstellen:

I. NaCl + KCl

a^2			α		
beob.	berechnet.	Differ.	beob.	berechnet.	Differ.
14,470	14,460	+0,010	7,477	7,472	+0,005
14,238	14,226	+0,012	7,607	7,601	+0,005
13,971	13,960	+0,011	7,785	7,778	+0,007
13,840	13,833	+0,007	7,899	7,894	+0,005
14,253	14,239	+0,014	7,600	7,598	+0,002
14,241	14,243	—0,002	7,622	7,618	+0,004
14,046	14,040	+0,006	7,769	7,761	+0,008
14,033	14,031	+0,002	7,734	7,730	+0,004
14,045	14,054	—0,009	7,734	7,733	+0,001
14,088	14,090	—0,002	7,749	7,744	+0,005

II. $Na_2SO_4 + K_2SO_4$

a^2			α		
beob.	berechnet.	Differ.	beob.	berechnet.	Differ.
14,552	14,568	—0,016	7,394	7,393	+0,001
14,131	14,137	—0,006	7,470	7,473	—0,003
14,434	14,432	+0,002	7,416	7,416	+0,000
14,363	14,359	+0,004	7,432	7,430	+0,002
14,356	14,355	+0,001	7,433	7,433	+0,000
14,437	14,434	+0,003	7,420	7,419	+0,001
14,279	14,277	+0,002	7,451	7,448	+0,003
13,878	13,878	+0,000	7,539	7,540	—0,001

III. $NaCl + Na_2SO_4$

a^2			α		
beob.	berechnet.	Differ.	beob.	berechnet.	Differ.
14,355	14,361	—0,006	7,463	7,465	—0,002
14,230	14,237	—0,007	7,487	7,488	—0,001
14,309	14,315	—0,006	7,470	7,471	—0,001
14,371	14,366	+0,005	7,509	7,506	+0,003
14,124	14,135	—0,011	7,558	7,564	—0,006
14,055	14,049	+0,006	7,632	7,630	+0,002
14,116	14,104	+0,012	7,695	7,683	+0,012

IV. $NaCl + K_2SO_4$

a^2			α		
beob.	berechnet	Differ.	beob.	berechnet.	Differ.
14,376	14,381	—0,005	7,459	7,461	—0,002
14,290	14,285	+0,005	7,508	7,509	—0,001
14,203	14,209	—0,006	7,547	7,550	—0,003
14,094	14,085	+0,009	7,575	7,564	+0,011
14,183	14,194	—0,011	7,578	7,583	—0,005
14,207	14,199	+0,008	7,553	7,549	+0,004
14,130	14,131	—0,001	7,638	7,637	+0,001
14,013	14,006	+0,007	7,722	7,714	+0,008

V. $Na_2SO_4 + KCl$

a^2			α		
beob.	berechnet.	Differ.	beob.	berechnet.	Differ.
14,361	14,366	—0,005	7,455	7,457	—0,002
14,261	14,266	—0,005	7,497	7,498	—0,001
14,031	14,029	+0,002	7,562	7,559	+0,003
13,952	13,954	—0,002	7,602	7,603	—0,001
14,487	14,483	+0,004	7,424	7,422	+0,002
14,022	14,022	+0,000	7,555	7,551	+0,004
14,060	14,064	—0,004	7,604	7,604	+0,000

VI. KCl + $K_2 SO_4$

a^2 beob.	a^2 berechnet.	Differ.	α beob.	α berechnet.	Differ.
14,267	14,273	—0,006	7,553	7,551	+0,002
14,258	14,263	—0,005	7,527	7,526	+0,001
14,503	14,504	—0,001	7,447	7,448	—0,001
14,437	14,435	+0,002	7,438	7,438	+0,000
14,167	14,167	+0,000	7,683	7,676	+0,007
14,063	14,065	—0,002	7,641	7,637	+0,004
14,094	14,098	—0,004	7,554	7,556	—0,002
14,289	14,298	—0,009	7,471	7,474	—0,003

In allen untersuchten Fällen ergiebt sich somit eine gute Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung. Man wird daher für alle Flüssigkeitsgemische, für welche die vorher erwähnten Bedingungen erfüllt sind, zur Bestimmung der Capillaritätsconstanten mit gleichem Rechte eine der beiden Formeln anwenden dürfen.

Dass auch die Capillaritätsconstanten der Gemische IV und V sich durch jene beiden Formeln ausdrücken lassen, steht nicht im Widerspruch mit der von Guldberg, Waage und Ostwald aufgestellten Theorie, nach welcher bei einer Mischung von NaCl mit $K_2 SO_4$ und KCl mit $Na_2 SO_4$ aus einem Theil dieser Salze eine Umbildung in KCl und $Na_2 SO_4$ resp. in NaCl und $K_2 SO_4$ erfolgen sollte. Selbst bei Annahme einer sehr starken Umbildung dieser Art würden doch die Cohäsionswerthe des Gemisches dieselben Werthe ergeben, wie ohne jene Umsetzung, da ja äquivalente Mengen von Chloriden resp. schwefelsauren Salzen zu derselben Menge Wasser gebracht, nahezu gleiche Cohäsionsconstanten besitzen. Die Beobachtung der capillaren Steighöhen kann daher für Flüssigkeiten dieser Art keine Bestätigung jener Theorie liefern.

Am Schluss meiner Untersuchungen stellte ich aus allen vier Lösungen ein Gemisch her und bestimmte wieder aus den beobachteten Steighöhen die Capillaritätsconstanten desselben. Gleichzeitig suchte ich hierbei die Richtigkeit der erweiterten Formeln:

$$a^2 = u_1 a_1^2 + u_2 a_2^2 + u_3 a_3^2 + u_4 a_4^2$$
$$\alpha = u_1 \alpha_1 + u_2 \alpha_2 + u_3 \alpha_3 + u_4 \alpha_4$$

nachzuweisen, wenn in denselben $a_1^2\ a_2^2\ a_3^2\ a_4^2$ die spezifischen, $\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3\ \alpha_4$ die wirklichen Cohäsionen bedeuten und $u_1\ u_2\ u_3\ u_4$ in Volumentheilen ausgedrückt sind und die Bedingung befriedigen:

$$u_1 + u_2 + u_3 + u_4 = 1$$

Na Cl + Na_2 SO_4 + K Cl + K_2 SO_4

1. NaCl 17° s = 1,02383 S_1 = 3,400 y_1 = 0,5231
2. Na_2SO_4 17,7° s = 1,03000 S_2 = 3,401 y_2 = 0,4312
3. KCl 17° s = 1,02138 S_3 = 3,401 y_3 = 0,4109
4. K_2SO_4 17,6° s = 1,02707 S_4 = 3,424 y_4 = 0,3542

Gemisch. 18° s = 1,02550 σ = 1,02409

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
18°	18,2°	17,2°
64,67 + 0,03	137,55 + 0,00	102,53 + 0,02
a^2 = 14,399	a^2 = 14,394	a^2 = 14,417

a^2_{15} = 14,485

---

1. NaCl 17° s = 1,04788 S_1 = 7,031 y_1 = 1,0816
2. Na_2SO_4 17° s = 1,06100 S_2 = 7,113 y_2 = 0,9016
3. KCl 17° s = 1,04336 S_3 = 7,102 y_3 = 0,8580
4. K_2SO_4 17° s = 1,05427 S_4 = 7,031 y_4 = 0,7274

Gemisch. 17° s = 1,05157 σ = 1,05037

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
16,3°	16,7°	16,2°
63,95 + 0,00	135,95 + 0,00	101,30 + 0,00
a^2 = 14,239	a^2 = 14,224	a^2 = 14,243

a^2_{15} = 14,276

---

1. NaCl 18,7° s = 1,09741 S_1 = 15,149 y_1 = 2,3306
2. Na_2SO_4 18,2° s = 1,03002 S_2 = 3,403 y_2 = 0,4314
3. KCl 15,6° s = 1,08772 S_3 = 15,170 y_3 = 1,8326
4. K_2SO_4 19° s = 1,02669 S_4 = 3,3286 y_4 = 0,3491

Gemisch. 18,7° s = 1,05969 σ = 1,05797

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
18,1°	17,7°	17,5°
63,62 + 0,03	135,45 + 0,00	100,94 + 0,01
a^2 = 14,166	a^2 = 14,174	a^2 = 14,193

a^2_{15} = 14,258

---

1. NaCl 17,7° s = 1,07832 S_1 = 11,922 y_1 = 1,8341
2. Na_2SO_4 17,7° s = 1,05364 S_2 = 6,191 y_2 = 0,7848
3. KCl 16,5° s = 1,08620 S_3 = 14,878 y_3 = 1,7973
4. K_2SO_4 17,7° s = 1,02551 S_4 = 3,223 y_4 = 0,3334

Gemisch. 17,7° s = 1,06084 σ = 1,05949

Röhre I.	Röhre III.	Röhre V.
16,7°	17,3°	17°
63,70 + 0,00	135,63 + 0,02	100,87 + 0,03
a^2 = 14,184	a^2 = 14,161	a^2 = 14,183

a^2_{15} = 14,234

Aus den umstehenden Grössen bestimmen sich folgende Werthe der spezifischen und wirklichen Cohäsion der einzelnen Lösungen, sowie die wirkliche Cohäsion des Gemisches:

	σ	a^2	a
NaCl	1,02263	14,532	7,431
	1,04668	14,383	7,527
	1,09589	14,082	7,716
	1,07697	14,188	7,640
Na_2SO_4	1,02865	14,517	7,415
	1,05980	14,111	7,499
	1,02858	14,416	7,414
	1,05229	14,183	7,480
KCl	1,02018	14,555	7,424
	1,04216	14,391	7,499
	1,08660	14,091	7,656
	1,08493	14,100	7,649
K_2SO_4	1,02573	13,450	7,411
	1,04216	14,185	7,469
	1,02510	14,455	7,409
	1,02416	14,467	7,408

Berechnet man noch die Capillaritätsconstanten des Gemisches nach den beiden angegebenen Formeln, so lassen sich die beobachteten und berechneten Grössen in folgender Tabelle zusammenstellen:

u_1	u_2	u_3	u_4
0,2504	0,2489	0,2510	0,2497
0,2508	0,2479	0,2521	0,2492
0,2548	0,2438	0,3571	0,2443
0,2526	0,2452	0,2573	0,2449

a^2			α		
beob.	berech.	Differ.	beob.	berech.	Differ.
14,485	14,488	—0,003	7,417	7,420	—0,003
14,276	14,268	+0,008	7,498	7,494	+0,004
14,258	14,257	+0,001	7,543	7,552	—0,009
14,234	14,232	+0,002	7,541	7,546	—0,005

Obwohl die Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen im Allgemeinen in demselben Sinne stattfinden, der auf keine strenge Gültigkeit der Formel deutet, liegen dieselben doch innerhalb so enger Grenzen, dass eine Anwendung der erweiterten Formeln auch auf Flüssigkeitsgemische, die aus mehr als zwei Lösungen gebildet sind, recht wohl zulässig erscheint.

Meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. O. E. Meyer erlaube ich mir an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen für die vielfache Förderung und Unterstützung, deren ich mich sowohl während meiner Studien als bei Anfertigung meiner Arbeit zu erfreuen hatte; ebenso fühle ich mich Herrn Dr. O. Schumann für seine bereitwillige Hülfe und Rathschläge zu aufrichtigstem Danke verpflichtet.

Lebenslauf.

Ich, Feodor Oscar Rother, bin geboren am 8. Februar 1858 zu Löwenberg i Schl. als Sohn des Buchbindermeisters Feodor Rother und seiner Ehefrau Luise geb. Werner, bin katholischer Confession. Bis Ostern 1875 besuchte ich die in meiner Vaterstadt neu gegründete höhere Bürgerschule, dann das Realgymnasium zu Sprottau. Ostern 1877 bezog ich die Universität Breslau und hörte während der folgenden Semester mathemathische, physikalische, naturwissenschaftliche und philosophische Vorlesungen bei den Herren Professoren: Auerbach, F. Cohn, Dilthey, Dorn, Galle, Grube, Krause, Liebisch, O. E. Meyer, Rosanes, Schröter, Oginsky, Th. Weber. Während 7 Semestern arbeitete ich im math. physikal. Seminar der Herren Prof. Rosanes und O. E. Meyer, ein Semester lang im philosoph. Seminar des Herrn Prof. Dilthey und drei Semester im physikal. Institut unter Anleitung der Herren Prof. Meyer, Dorn und Auerbach.

Allen meinen verehrten Lehrern spreche ich meinen herzlichsten Dank für die mir während meiner Studien zu Theil gewordene Anregung und Förderung aus; insbesondere bin ich Herrn Prof. O. E. Meyer für die gütige Bereitwilligkeit, mit welcher derselbe mir die Mittel des physikal. Instituts zur Verfügung stellte, zum grössten Dank verpflichtet.

Thesen.

Die bisherigen Versuche zwingen noch nicht, die Elastizität als Wirkung von Molekularkräften im Poisson'schen Sinne aufzufassen.

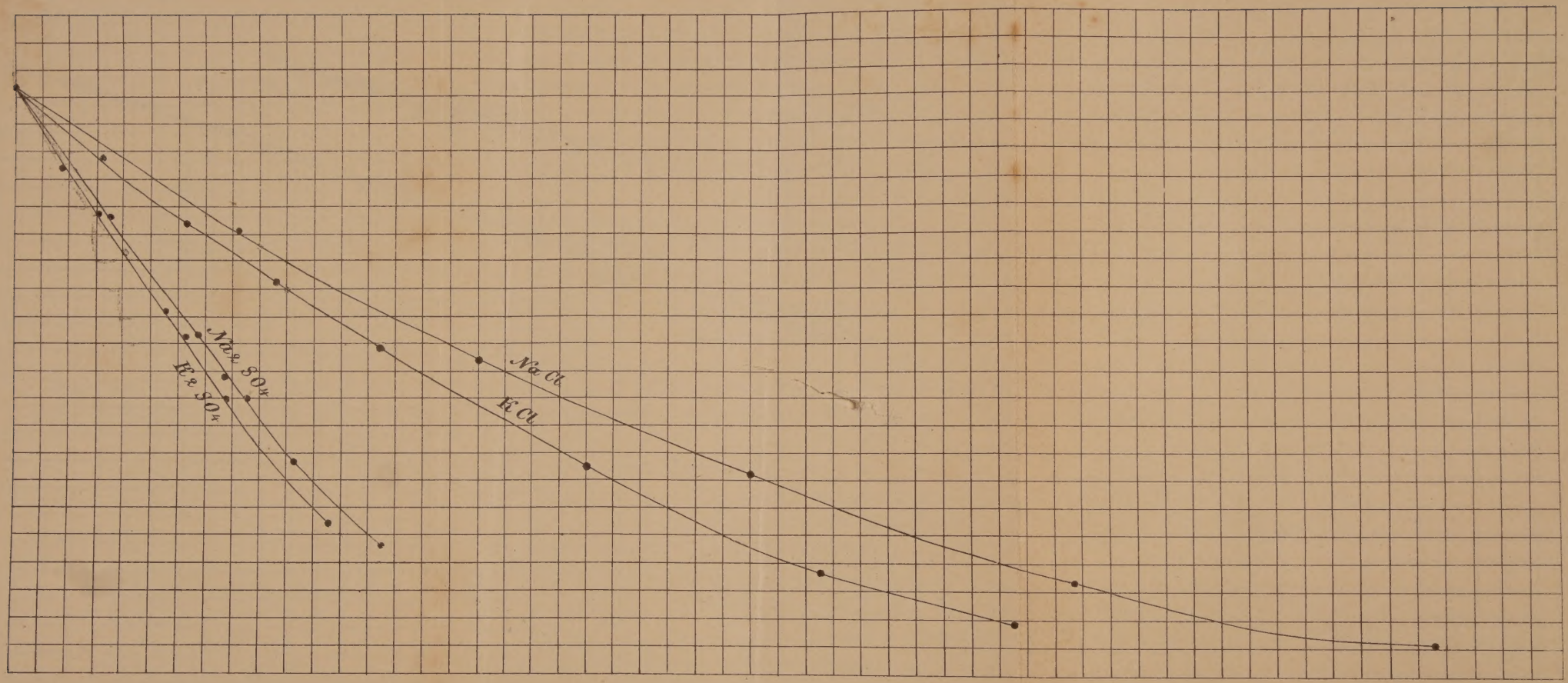
Die Definition des bestimmten Integrals als Grenzwerth einer Summe ist allen übrigen Definitionen vorzuziehen

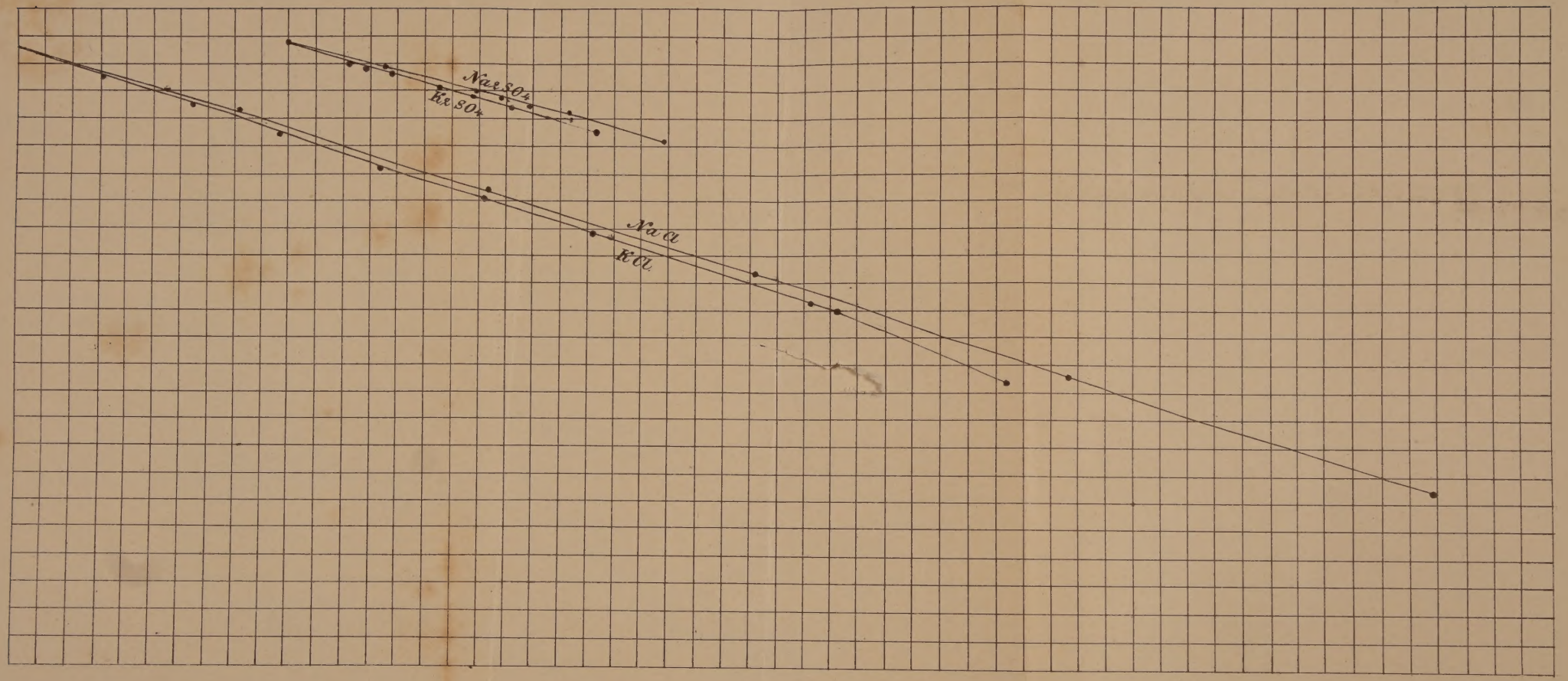
Die Annahme, dass in Spinoza's Philosophie die Attribute der Substanz subjektive Erkenntnissformen seien, lässt sich nicht rechtfertigen.

Die Behauptung Lockes, dass die innere und äussere Erfahrung die einzigen Erkenntnissquellen des menschlichen Geistes seien, ist nicht haltbar.

Taf. I.

I. Curven der specifischen Cohäsion.



Taf. II.

II. Curven der wirklichen Cohäsion.